APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA ANTROPOMETRÍA PARA EL DISEÑO

David Sánchez Monroy
Irene Mújica Morales

COLECCIÓN **DISEÑO INDUSTRIAL 4**

APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA ANTROPOMETRÍA PARA EL DISEÑO

David Sánchez Monroy
Irene Mújica Morales

COLECCIÓN **DISEÑO INDUSTRIAL 4**

Catalogación en la publicación UNAM. Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información.

Nombres: Sánchez Monroy, David, autor. | Mújica Morales, Irene, autor.
Título: Aplicaciones prácticas de la antropometría para el diseño / David Sánchez Monroy, Irene Mújica Morales.
Descripción: Primera edición. | Ciudad de México : Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Arquitectura, Centro de Investigaciones de Diseño Industrial, 2025. | Serie: Colección diseño industrial ; 4.
Identificadores: LIBRUNAM 2257857 (libro electrónico) | ISBN 9786073099516 (libro electrónico).
Temas: Ergonomía. | Antropometría -- Medición. | Diseño -- Factores humanos.
Clasificación: LCC TA166 (libro electrónico) | DDC 620.82—dc23

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Leonardo Lomelí Vanegas
RECTOR

Patricia Dolores Dávila Aranda
SECRETARIA GENERAL

Luis Agustín Álvarez-Icaza Longoria
SECRETARIO ADMINISTRATIVO

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL

Ana Paula García y Colomé Góngora
COORDINACIÓN GENERAL

Miguel de Paz Ramírez
COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN ACADÉMICA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

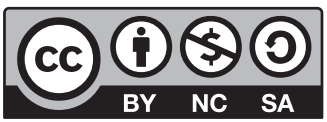
Juan Ignacio del Cueto Ruiz-Funes
DIRECTOR

Enrique Soto Alva
SECRETARIO GENERAL

Isaura González Gottdiener
SECRETARIA ACADÉMICA

Leda Duarte Lagunes
SECRETARIA ADMINISTRATIVA

Lorenzo Rocha Cito
COORDINADOR EDITORIAL



Apliciones prácticas de la antropometría para el diseño
Primera edición: 2025
D. R. © Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria, alcaldía Coyoacán,
C.P. 04510, Ciudad de México.
ISBN Colección Diseño Industrial: 978-607-30-8346-1
ISBN 978-607-30-9951-6

Hecho en México.

Excepto donde se indique lo contrario, esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0 Internacional).
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es

Correo electrónico: oficina.juridica@fa.unam.mx.

Con la licencia CC-BY-NC-SA usted es libre de:
- Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.
- Adaptar: remezclar, transformar y construir a partir del material.

Bajo los siguientes términos:
- Atribución: usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.
- No comercial: usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales.
- Compartir igual: Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.

En los casos que sea usada la presente obra, deben respetarse los términos especificados en esta licencia.

SAMUEL MORALES DISEÑO Y FORMACIÓN
ARMANDO LÓPEZ CARRILLO PRODUCCIÓN Y CUIDADO EDITORIAL

ÍNDICE

PRESENTACIÓN 7

INTRODUCCIÓN 9

HISTORIA DE LA ANTROPOMETRÍA 16

LA ANTROPOMETRÍA APLICADA 18

TIPOS DE ANTROPOMETRÍA 20

VARIABILIDAD ANTROPOMÉTRICA 21

TÉCNICA Y PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS 23
MEDIDAS PARADO 24
MEDIDAS SENTADO 40
DIMENSIONES DE CABEZA 50
DIMENSIONES DE MANO 58
MEDIDAS DE PIES 67
PERÍMETROS 72

EQUIPO BÁSICO DE ANTROPOMETRÍA 74

PRESENTACIÓN DE LOS DATOS 76

MEDIDAS GENERALES 78
PESO 79
ÍNDICE DE MASA CORPORAL 80

DIMENSIONES EN POSICIÓN DE PIE 81
ESTATURA 82
ALTURA DE OJOS 83
ALTURA DE HOMBROS 84
ALTURA DE CODO FLEXIONADO 85
ALTURA DE NUDILLOS 86
ALTURA DE RODILLA 87

ANCHO BIDELTOIDEO 88
ANCHO MÁXIMO DE CUERPO 89
ALCANCE FRONTAL FUNCIONAL 90
ALCANCE LATERAL FUNCIONAL 91
ALCANCE VERTICAL FUNCIONAL 92
PROFUNDIDAD DE TÓRAX 93
ANCHO DE TÓRAX 94
DISTANCIA CODO - CODO 95
DISTANCIA CODO - DEDO MEDIO 96
DISTANCIA HOMBRO - CODO 97

DIMENSIONES EN POSICIÓN SENTADO 98
ALTURA SENTADO 99
ALTURA DE HOMBRO SENTADO 100
ALTURA DE CODO FLEXIONADO SENTADO 101
ALTURA DE MUSLO SENTADO 102
ALTURA RODILLA SENTADO 103
ALTURA POPLÍTEA 104
ANCHO DE CODOS SENTADO 105
ANCHO DE CADERA SENTADO 106
LARGO NALGA – RODILLA 107
LARGO NALGA – POPLÍTEO 108

DIMENSIONES DE CABEZA 109
ALTURA DE CABEZA 110
LARGO DE CARA 111
LONGITUD NARIZ - BARBILLA (NASION - GNATION) 112
PERÍMETRO CEFÁLICO 113
ANCHO DE CABEZA 114
ANCHO DE COMISURAS INTERNAS DE LOS OJOS 115
ANCHO DE COMISURAS EXTERNAS DE LOS OJOS 116
ANCHO INTERPUPILAR 117

DIMENSIONES DE MANO 118
ANCHO EPICÓNDILO DE HÚMERO (CODO) 119
LARGO DE MANO 120
ANCHO DE MANO SIN PULGAR 121
ANCHO DE MANO CON PULGAR 122
ALTURA DE MANO 123
DIÁMETRO DE PUÑO 124
PERÍMETRO DE PUÑO 125
DIÁMETRO DE DEDO ÍNDICE 126
DIÁMETRO DE EMPUÑADURA 127

DIMENSIONES DE PIE 128
ANCHO EPICÓNDILO DE FÉMUR (RODILLA) 129
LARGO DE PIE 130
ANCHO DE PIE 131
LARGO FUNCIONAL DE PIE 132
ALTURA FUNCIONAL DE PIE 133

PERÍMETROS 134
PERÍMETRO DE TÓRAX 135
PERÍMETRO DE CINTURA 136

GLOSARIO 137

BIBLIOGRAFÍA 140

PRESENTACIÓN

QUIZÁ UNA DE LAS PARADOJAS MÁS COMUNES EN LOS PROYECTOS de diseño es que los diseñadores normalmente no conocen a sus usuarios. No me refiero a que no sepan su nombre, sino a que no conocen su estatura ni su peso, por no decir su anchura interpupilar. ¿Cómo diseñar para alguien que no conocemos?

Por extraño que parezca, esto es mucho más común de lo que asumimos. Hay dos motivos: el primero es que se diseña con base a referencias de productos y espacios existentes y se asume que, si éstos están bien, el nuevo proyecto lo estará de igual manera. Nada más lejano a la realidad, los productos mal diseñados son responsables de un sinnúmero de problemas de salud, usabilidad y seguridad, por no decir de incidentes gravísimos como el accidente nuclear en la planta de Three Mile Island de 1979. No es un tema que debamos tratar a la ligera, es indispensable revisar si las dimensiones, las distribuciones y la ubicación de nuestros diseños permiten un uso seguro y efectivo del producto.

El segundo motivo por el que no conocemos a quienes estarán en contacto con el producto es que, cuando buscamos los datos relevantes, la información que encontramos no corresponde a nuestros usuarios. Durante décadas hemos trabajado con datos, tablas e investigaciones sobre poblaciones de otras regiones del planeta y hemos sufrido las consecuencias de diseñar, por ejemplo, para usuarios más altos de los nuestros.

Este libro nos ayuda a solucionar ambos problemas. En primer término, presenta los datos de manera clara y concisa, por medio de textos cortos y viñetas explicativas esclarece el cómo utilizar los datos en la práctica del diseño. Pero en segundo término, quizá mucho más relevante, utiliza datos del mercado mexicano. Si bien los autores, en una muestra de gran humildad, lo mencionan solo brevemente, la investigación de campo que permitió recopilar los datos que presenta el libro es en sí misma una tarea de enorme importancia y envergadura.

Tenemos entonces en este libro un conciso y claro compendio de los datos antropométricos más relevantes para los diseñadores, con información de la población local, el cual presenta claramente y sin rodeos la manera más sensata de utilizarlos y en qué situaciones. Sin exageración alguna, este libro es una aportación invaluable para el gremio del diseño nacional, es el primer eslabón en la cadena que nos permitirá cerrar la distancia entre el diseño y sus usuarios.

Emiliano Godoy

INTRODUCCIÓN

EN LA ACTUALIDAD NO SE PUEDE CONCEBIR EL PROCESO DE DISEÑO sin considerar la diversidad y las particularidades físicas de las poblaciones, ni los procesos cognitivos al utilizar cualquier objeto o interfaz. Ambas dimensiones son relevantes para el diseño y es útil que se consideren los aspectos ergonómicos en el campo de la usabilidad.

La antropometría es una de las herramientas de la ergonomía que pueden aportar información cuantitativa importante e integrarla al proceso de diseño. Al matemático Adolphe Quetlet (1870) se le reconoce la estructuración de la antropometría cuando acuñó el término en el primer tratado antropométrico, *Anthropometrie*; las aplicaciones de estos estudios estaban relacionadas con la salud.

Las aplicaciones de la antropometría en el diseño se dan hasta mediados del siglo XX, con el desarrollo de la nueva tecnología militar y aeronáutica. Después de la Segunda Guerra Mundial se crearon departamentos de investigación en antropometría también en el ámbito académico y con aplicaciones en la arquitectura, la mercadotecnia y el diseño industrial, entre otros campos.

Los datos antropométricos varían de una población a otra por factores genéticos, ambientales y nutricionales. Para el diseño se pueden emplear dos tipos de dimensiones antropométricas: las estructurales y las funcionales.

Las dimensiones antropométricas estructurales corresponden a las medidas de segmentos anatómicos en posiciones estándar y en estado de reposo. Esto corresponde a las alturas, las longitudes, los diámetros, los perímetros y la masa corporal.

Las dimensiones antropométricas funcionales se refieren a la persona en movimiento durante la realización de actividades, son útiles para el diseño de objetos o herramientas que impliquen movimiento de segmentos corporales, así como para el diseño de espacios y puestos de trabajo.

En muchas propuestas del diseño no se incorporan datos cuantitativos y esto no es necesariamente un aspecto negativo; sin embargo, incorporar información ergonómica cuantitativa en el diseño de objetos incrementa la capacidad de que un objeto, dispositivo o servicio se adapte adecuadamente al usuario meta.

La usabilidad puede considerarse la adaptación a un producto o entorno. Es un concepto originalmente empleado en el análisis de interfaces de *software*, aunque actualmente está integrado al ámbito de todos los sistemas ergonómicos. Existen dos soluciones al problema de la interacción óptima entre un producto y el usuario; la directa, en la cual se modifica el comportamiento del usuario con un esfuerzo de aprendizaje, y la solución indirecta, ergonómica, en la cual se deben realizar cambios al producto o entorno mediante rediseño.

La ergonomía puede definirse como la disciplina científica que estudia el diseño de los sistemas donde las personas realizan su trabajo. También se ha definido como el estudio del sistema ser humano-ambiente construido.

El contexto de la sociedad humana es un ambiente construido y por tanto artificial, constituido por toda la variedad de objetos que se usan a diario, en el cual las personas pasan su vida y puede ser comprendido desde la perspectiva de la teoría de sistemas.

Todos los elementos de este mundo artificial, tales como los objetos de uso cotidiano, las herramientas y máquinas de uso en la industria, el hábitat y los espacios para uso humano, guardan una relación directa con las dimensiones antropométricas.

Los sistemas de trabajo son el sector del ambiente sobre el que el trabajo humano tiene efecto y del que el ser humano extrae la información que necesita para trabajar. Según Ludwig von Bertalanffy, considerado el padre de la teoría de sistemas, "Un sistema es un complejo de elementos en interacción que tienen un fin común" (Bertalanffy, 1986). Los tres elementos indispensables de cualquier sistema ergonómico son la persona, el espacio físico y un objeto o máquina.

A través de la interfaz se puede llevar a cabo la comunicación entre la persona y la máquina u objeto, en ambas direcciones. La interfaz está constituida por todos los aspectos del sistema con los que el usuario entra en contacto, física y cognitivamente. La persona proporciona información a la máquina, objeto o proceso a través de mandos o controles.

En 1988 Donald Norman popularizó el concepto de diseño de sistema

centrado en el usuario, a través de su libro originalmente titulado *La psicología de los objetos cotidianos* y en posteriores ediciones *El diseño de los objetos cotidianos* (Norman, 1988), en ese texto enfatiza que las interfaces deben concebirse como todos los aspectos del sistema ergonómico con los que el usuario entra en contacto física y cognitivamente.

En su libro *Designing for Interaction*, Dan Saffer (2009) define cuatro metodologías para guiar el proceso de diseño de interfaces de usuario, las cuales pueden ser utilizadas para el diseño o rediseño de productos e incluso servicios, estas son:

- Diseño genial
- Diseño centrado en la actividad
- Diseño centrado en el usuario
- Diseño de sistemas

El diseño genial es un procedimiento subjetivo, no estructurado, el cual depende de la intuición y las habilidades del diseñador, no se recaban datos de los usuarios potenciales, su papel es validar la propuesta del diseño por el consumo del producto.

El diseño centrado en la actividad se enfoca en la creación de objetos o herramientas eficaces y eficientes para un fin determinado. En la investigación de la interacción humano-máquina la "actividad" es considerada uno de los conceptos fundamentales para el diseño de la interacción. En esta metodología lo fundamental es desglosar las actividades que realiza el usuario y las tareas asociadas. Dependiendo del grado de complejidad cognitiva, las actividades pueden ser clasificadas en básicas o instrumentales. A menudo el sustento teórico también es la teoría de la actividad propuesta por Leotniev (1989). En ella se diferencia la actividad humana en tres niveles jerárquicos: actividad, acción y operación.

El diseño centrado en el usuario se origina a principios de los años 50, con la incorporación de la ergonomía en el diseño industrial. Cobró popularidad gracias al libro *Designing for people* (1955) del diseñador Industrial Henry Dreyfuss. A mediados de los años ochenta el diseño centrado en el usuario se incorpora en el diseño de *software*, una de las primeras referencias en este campo se puede hallar en el libro *Diseño de sistema centrado en el usuario* (1986) de Donald Norman y Stephen Draper. Donald Norman revaloriza el concepto en *El diseño de los objetos cotidianos* (1988) y definió así los principios de esta metodología:

ÍNDICE

- Hacer que sea fácil determinar qué acciones son posibles en cada momento.
- Hacer las cosas visibles.
- Hacer que sea sencillo evaluar el estado actual del sistema.
- Seguir las correspondencias naturales entre las intenciones y las acciones necesarias; entre las acciones y los resultados; y entre información visible y la interpretación del estado del sistema.

El diseño centrado en el usuario continua en boga y se ha popularizado como estándar internacional con el ISO 13407:1999 *Human centred design processes for interactive systems* (procesos de diseño para sistemas interactivos centrados en el operador humano), que describe esta metodología como:

> Una actividad multidisciplinaria que incorpora conocimientos y técnicas de factores humanos y ergonomía con el objetivo de aumentar la eficacia y la productividad, mejorar las condiciones de trabajo de las personas y contrarrestar los posibles efectos adversos del uso sobre la salud, la seguridad y el rendimiento humanos.

La actualización del ISO 13407 es el ISO 9241-210:2010 Ergonomía de la interacción humano-sistema - Parte 210: Diseño centrado en el ser humano para sistemas interactivos (2010), con ello se adapta a las tendencias actuales, se integra con otros estándares relacionados y caracteriza esta metodología por los siguientes fundamentos:

- El diseño está basado en una comprensión explícita de usuarios, tareas y entornos.
- Los usuarios están involucrados durante el diseño y el desarrollo.
- El diseño está dirigido y refinado por evaluaciones centradas en usuarios.
- El proceso es iterativo.
- El diseño está dirigido a toda la experiencia del usuario.
- El equipo de diseño incluye habilidades y perspectivas multidisciplinares.

El diseño de sistemas se enfoca en los componentes de un sistema. La interacción en un sistema forma un bucle cerrado donde interactúan la persona, el espacio físico y un objeto o máquina. En el sistema ergonómico clásico se contemplan tres tipos de sistema humano-máquina: manual, semiautomático y automático.

En el manual la persona provee la fuerza y el control del dispositivo, de modo que éste opera como una extensión de las capacidades humanas. Por ejemplo, el uso de una herramienta manual simple, como una pala o una guitarra.

En el semiautomático la máquina aporta la fuerza para que el sistema se mueva y el humano provee el control a través de dispositivos de salida. Por ejemplo, la conducción de un automóvil. En el sistema ergonómico automático la máquina provee la fuerza y el control del dispositivo, la persona supervisa, ingresa nuevos datos y anula el sistema; el ejemplo clásicamente citado son los pilotos automáticos en la aeronáutica.

No son pocas las propuestas teóricas de metodologías del diseño van desde los procedimientos intuitivos hasta los altamente estructurados. John Christopher Jones, considerado un teórico relevante de la metodología del diseño, consideró importante integrar la ergonomía en el diseño. En su libro de 1970 *Design Methods: Seeds of Human Futures* propone los conceptos de caja negra y caja transparente. La caja negra hace referencia a la capacidad intuitiva del diseñador de plantear propuestas coherentes, viables y adecuadas, que pueden llegar a ser exitosas sin estructurar un procedimiento del que se pueda discernir una secuencia de pasos.

De manera opuesta, las propuestas de diseño llevadas a cabo dentro de una metodología de caja transparente están estructuradas en una secuencia discernible y replicable. Constan de dos grandes etapas; búsqueda y establecimiento de la propuesta de diseño y evaluación de esa propuesta. La secuencia propuesta por Christopher Jones es:

- Problema
- Divergencia
- Transformación
- Convergencia
- Evaluación

ÍNDICE

De antemano se establecen objetivos, variables y criterios de evaluación; posteriormente se realiza un minucioso análisis del problema, la búsqueda de la propuesta de diseño y la evaluación de esta propuesta.

Otro teórico relevante de la metodología del diseño es Morris Asimov (1970), tomando como referencia los métodos estructurados de ingeniería. Bruce Archer (1963) a principios de los años 60 también teoriza sobre una metodología sistemática y estructurada en el diseño; considera a la teoría de sistemas y a la ergonomía como herramientas útiles para los diseñadores.

Bruno Munari (1907-1998) en su obra *El arte como oficio* (1983) también presenta una propuesta de metodología estructurada para el diseño, al cual concibe como un proyecto lógico, coherente, exacto y objetivo. Para Munari es imperativo describir un problema de diseño de manera lógica y con ello, establecer una lógica estructural; considera que la belleza de lo diseñado es virtud de la estructura coherente de un diseño bien realizado, resultado de la precisión en la solución de los componentes que lo conforman. La secuencia de su proceso metodológico es la siguiente:

- Problema
- Definición del problema
- Componentes del problema
- Recopilación de datos
- Análisis de datos
- Creatividad
- Recopilación de datos sobre materiales y técnicas
- Experimentación
- Modelos
- Verificación
- Solución

Para la recopilación y el análisis de datos existen diversas herramientas ergonómicas que pueden ser empleadas, como realizar antropometría del sector anatómico de interés; en cuanto a la biomecánica, es posible emplear dinamometría isocinética para estudiar la fuerza de torque de las articulaciones; la electromiografía de superficie nos puede dar información, en primer lugar, sobre la activación de músculos grupos musculares de interés y en segundo lugar sobre la fuerza muscular empleada

y el agotamiento. En cuanto a los aspectos psicológicos y cognitivos, se pueden emplear equipos de seguimiento ocular o *eye tracker* para estudiar la atención de los usuarios, la carga mental y la usabilidad en interfaces.

El propósito de este libro es presentar a los profesionales del diseño las dimensiones antropométricas más relevantes a considerar, para aplicarlas en el diseño y la planeación de objetos y sistemas para uso humano. Es deseo de los autores es que este trabajo de investigación, resumido en un manual práctico, sea de gran utilidad a quienes han elegido el diseño con vocación para crear movimientos armónicos con el entorno cotidiano; con propuestas de diseño respaldadas por los datos cuantitativos antropométricos que valoren la diversidad biológica de la población objetivo. La investigación en ergonomía, integrada a los métodos del diseño es una manera práctica para orientar la fabricación de un producto y evaluar su usabilidad.

HISTORIA DE LA ANTROPOMETRÍA

LA PREOCUPACIÓN DEL HOMBRE POR CONOCER EL CUERPO HUMANO y utilizarlo como referente se remonta a la prehistoria. En culturas tan antiguas como la egipcia podemos encontrar el canon más antiguo sobre las proporciones del cuerpo humano, en una tumba de las pirámides de Menfis, cerca de 3000 años a. C. Con el propósito de dar una sensación de majestuosidad y de que las personas se sintieran empequeñecidas e impresionadas, se construían edificaciones varias veces mayores que los humanos. En el siglo I a.C. Marcus Vitruvio Pollio, arquitecto romano, se interesó por las proporciones del cuerpo y sus implicaciones metrológicas, estudios que se aplicaron en las artes, la escultura y la arquitectura, principalmente. En el Renacimiento, Leonardo Da Vinci concibió su famoso dibujo de la figura humana, basado en el canon de Vitruvio y sobreponiendo dos figuras humanas dentro de un cuadrado y un círculo. El siglo XVIII vio los orígenes de la antropometría física, cuando tuvo gran auge la antropometría racial comparativa al realizarse estudios para documentar las características de diversos grupos étnicos. El matemático belga Quetelet fue el fundador de lo que conocemos actualmente como antropometría al publicar su obra *Antropometrie,* en 1870. A Quetelet se le reconoce no sólo el descubrimiento y la estructuración de esta disciplina, sino también su denominación. Ya en el siglo XX el arquitecto francés Le Corbusier retoma el interés hacia el cuerpo humano como centro de la actividad proyectual y adapta la norma de Vitruvio para crear su famoso Modulor (Pheasant, 1986) (Figs. 1, 2 y 3).

La antropometría es una disciplina que permite la medición, el registro, el procesamiento estadístico y la presentación de las dimensiones y algunas características físicas del cuerpo humano, provenientes de un grupo de humanos o de una población determinada. Esta disciplina permite medir longitudes, anchuras, profundidades, circunferencias, volúmenes, centros de gravedad y masas de diversos segmentos

corporales, con aplicaciones en campos específicos como en el diseño (ya mencionado), la medicina y en especial la nutrición, en las ciencias del deporte, en la seguridad industrial y en la ergonomía, principalmente. La antropometría, rama fundamental de la antropología física, trata el aspecto cuantitativo de los grupos humanos. Según su aplicación, existe un amplio conjunto de teorías y prácticas dedicado a definir los métodos y las variables para relacionar los objetivos de diferentes campos de aplicación. Como ya se mencionó, en la salud y seguridad en el trabajo, los sistemas antropométricos se relacionan principalmente con la estructura corporal y con las dimensiones del cuerpo humano en relación con las dimensiones del lugar de trabajo, las máquinas, las herramientas, la ropa, el equipo de protección y el entorno industrial (OIT, 1986).

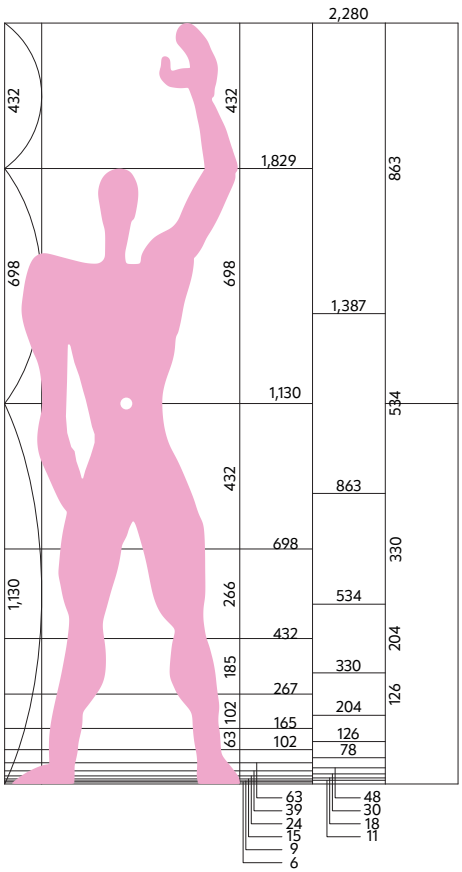


Figura 1
Modulor de
Le Corbusier

ÍNDICE

Información como el peso y la talla relacionados con la edad y el sexo biológico han sido de gran utilidad para conocer características humanas utilizadas en medicina, nutrición y educación física, principalmente. A estas determinaciones se suman una serie de mediciones bien definidas a partir de puntos corporales de referencia, principalmente óseos, realizadas sobre la piel, tomadas en posiciones específicas de acuerdo con lo establecido en la conferencia sobre estandarización (Liu *et al.*, 1999) y con el uso de instrumentos apropiados. La aplicación de la información antropométrica es, como podemos observar, una herramienta poderosa.

Cuando vemos un objeto de uso cotidiano, digamos un aparato electrodoméstico como una aspiradora, y a la persona quien lo utiliza con mayor frecuencia, reconocemos que debe existir una buena relación dimensional entre estos dos componentes del sistema ser humano-ambiente construido, para la tarea de "aspirar".

La herramienta debe considerar a los usuarios, la actividad y el contexto de acción. Una aspiradora puede ser empleada, tanto como para aspirar el interior de un vehículo automotor, en un servicio de limpieza o en el ambiente doméstico, por lo que sus dimensiones deberán corresponder con las dimensiones corporales de la población objetivo y permitir un rango de adaptación entre distintos usuarios.

La norma ISO 9241-11: 2018 extiende su definición original para aplicarse a sistemas y servicios. Define usabilidad como "la medida en que un sistema, producto o servicio puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr metas específicas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso".

La antropometría, aplicada como un método en el que lo importante es la utilización de la información dimensional de una población determinada, tiene el propósito de adecuar los objetos a sus usuarios y que

esta relación favorezca la realización de sus actividades de manera sana, segura, efectiva, eficiente y cómoda (ISO 1996). Los datos antropométricos pueden integrarse a alguna metodología de diseño como lo es el enfoque del diseño universal, cuyo propósito es favorecer a un amplio sector de la población, buscando mejorar las condiciones de uso y la calidad de vida de todos los usuarios y no de un segmento de mercado concreto.

ÍNDICE

TIPOS DE ANTROPOMETRÍA

Existen tres tipos de antropometría, de acuerdo con los datos que comprenden: la ntropometría estática, la dinámica y la newtoniana (Pheasant, 1986).

La antropometría estática, también conocida como estructural, presenta datos del cuerpo mientras éste se encuentra fijo en una posición, ya sea de pie o sentado, permitiendo medirlo entre puntos anatómicos específicos, por ejemplo el largo de mano medido como la distancia entre la línea de la muñeca y la punta del dedo medio. Las posturas mencionadas, tanto de pie como sentado, y la manera de tomar las medidas de los segmentos corporales, han sido definidas por un estándar. Las aplicaciones de este tipo de antropometría permiten el diseño de elementos como herramientas manuales y equipo de protección personal, entre otros.

La antropometría dinámica o funcional corresponde a las dimensiones del cuerpo tomadas cuando el individuo se encuentra realizando alguna actividad, por lo que el cuerpo se mide en una postura que simula a la que adoptaría en movimiento. Por supuesto, las medidas se toman cuando el individuo adopta una posición fija en la actividad que estaría realizando. Por ejemplo, el alcance real de una persona con el brazo extendido al frente no corresponde sólo a la longitud de éste, sino al alcance adicional proporcionado por el movimiento del hombro y el tronco cuando realiza una acción.

Finalmente, la antropometría newtoniana es el conjunto de datos del cuerpo humano, tales como centros de masa, longitud de segmentos entre articulaciones y pesos de los segmentos, principalmente, empleados para llevar a cabo análisis biomecánicos de gran utilidad en ergonomía.

VARIABILIDAD ANTROPOMÉTRICA

Las dimensiones del cuerpo difieren de un individuo a otro, debido a factores como su edad, sexo y etnia o región geográfica. Esta variabilidad hace que sea necesario utilizar datos antropométricos del grupo de personas que usará el objeto a diseñar, el cual se diseñará con base en los rangos en los que se ubican cada una de las medidas de cada una de las personas que conforma dicha población (Ávila *et al.,* 2001).

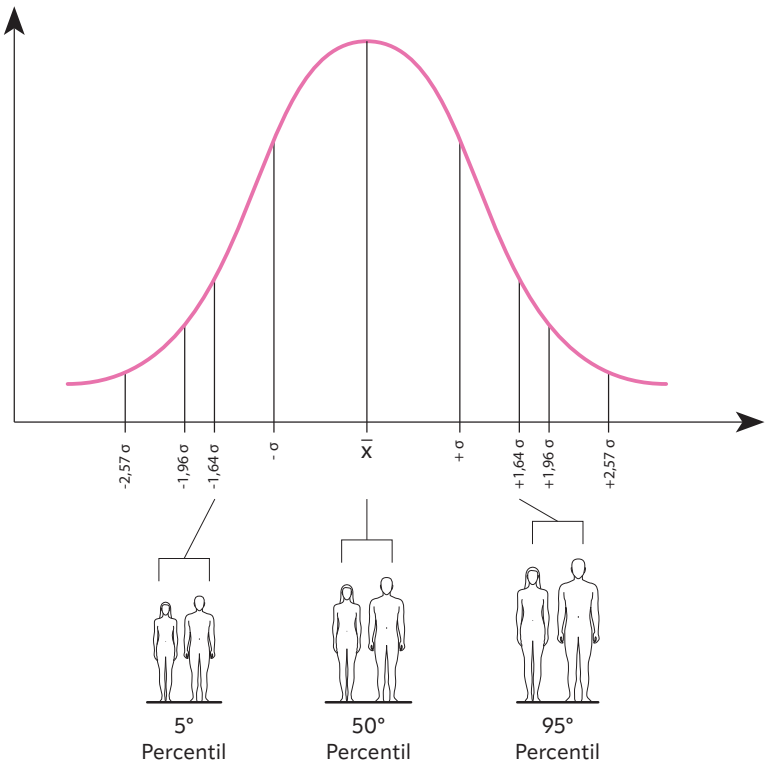


Figura 4.
Curva de distribución.

Para esto, los parámetros antropométricos deben expresarse de manera que sea práctica su aplicación, por lo que se presentarán, preferentemente en forma tabular las dimensiones de una población específica de individuos que muestren para cada parámetro la media, desviación estándar y los principales percentiles (5°, 50° y 95°). Los primeros indican los valores de tendencia central y de dispersión o variabilidad, respectivamente. Los percentiles indican el porcentaje de personas entre la población o segmento de ésta con una dimensión corporal menor (Kroemer, 1999).

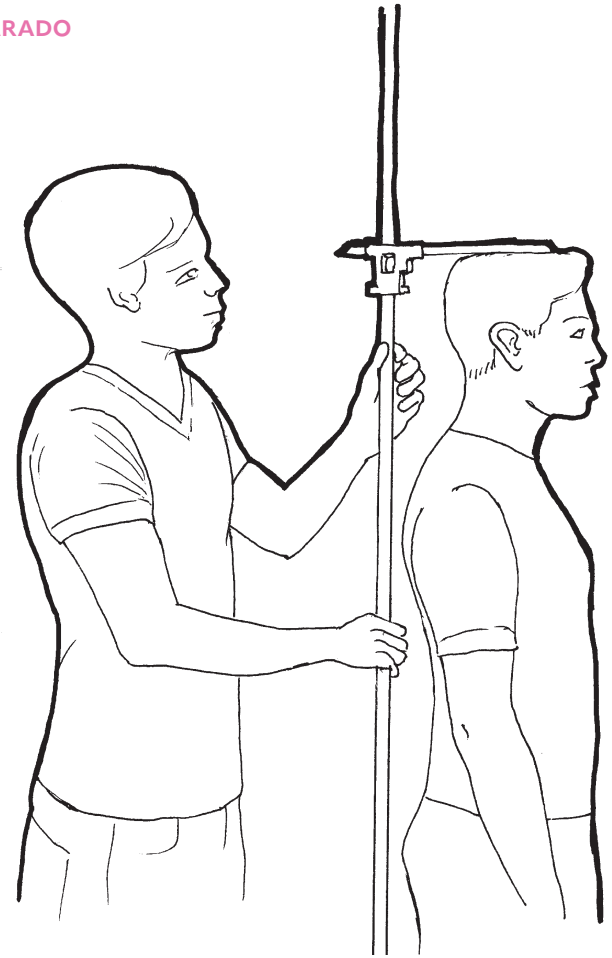
En antropometría los datos de una población se dividen, para fines de estudio, en 100 categorías, que van desde los más pequeños hasta los más grandes, con respecto a un parámetro específico (estatura, peso, longitud de brazo, etcétera). Para esto se emplea la curva de distribución de frecuencia estándar (Figura 4).

TÉCNICA Y PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS

La técnica para la obtención de los datos fue basada principalmente en la de ISAK (International Society of Advancement Kinanthropometric), modificada para efecto de parámetros que se consideraban importantes para el diseño. La técnica antropométrica que utilizamos consta de parámetros anatómicos establecidos (51), cédula antropométrica, equipo calibrado y certificado.

En esta medición se propone que existan tres personas para la evaluación: una que mida, otra que observe que la técnica sea la correcta y otra que anote los datos. Para cada medida describimos la ubicación del antropometrista y la posición que debe tener el sujeto a medir, con esto aseguramos la repetitividad de los resultados y la validez de los datos obtenidos.

MEDIDAS PARADO



1. Peso corporal

   Posición del sujeto: el sujeto debe de permanecer de pie en el centro de la báscula, sin moverse, vista al frente y con los brazos a los costados.

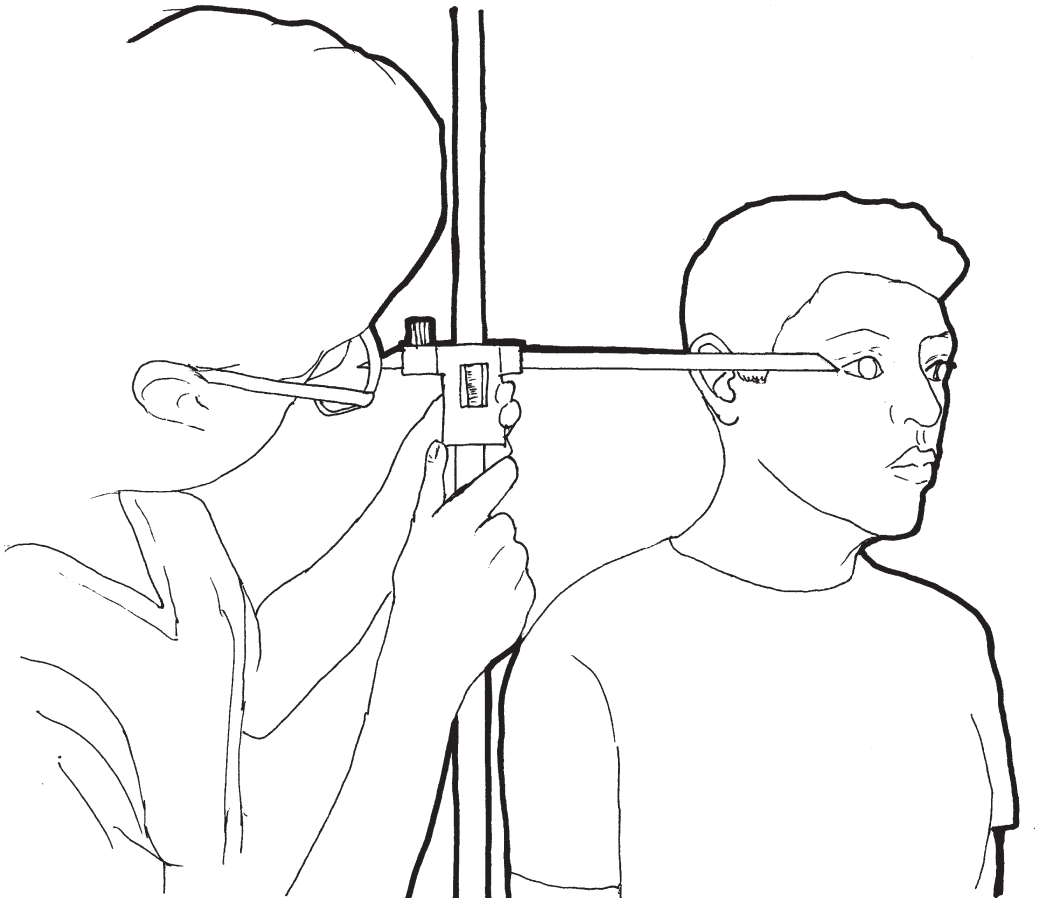
   Posición del antropometrista: El antropometrista se colocará frente a la báscula para poder tomar la lectura con mayor precisión.

2. Estatura

   Ubicación del punto: punto que va del vértex o punto más saliente de la cabeza al suelo.

   Posición del sujeto: el sujeto se coloca en posición de firmes, con los brazos colocados a los costados, la cabeza en plano de Frankfort, con los talones juntos, las puntas de los pies separados y la espalda recta.

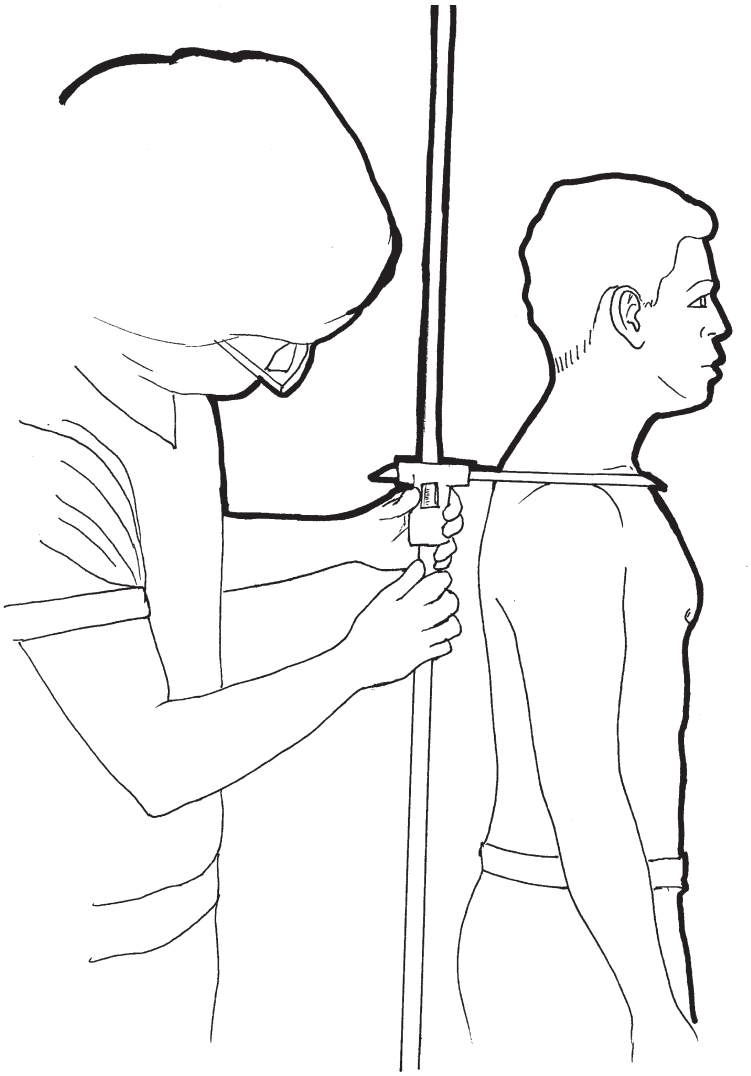
   Posición del antropometrista: el antropometrista se debe de colocar a un costado del sujeto, verificando que esté en la posición mencionada, la medida se toma del vértex al piso, con el antropómetro.



3. Altura de ojos

Ubicación del punto: punto sobre el borde exterior del ángulo del ojo o exocanto, se mide la distancia que hay al piso.
Posición del sujeto: el sujeto se coloca en posición de firmes, con los brazos al costado y en plano de Frankfort.
Posición del antropometrista: el antropometrista debe colocarse a un costado del sujeto, la medida se tomará con el antropómetro, del exocanto al piso.

ÍNDICE



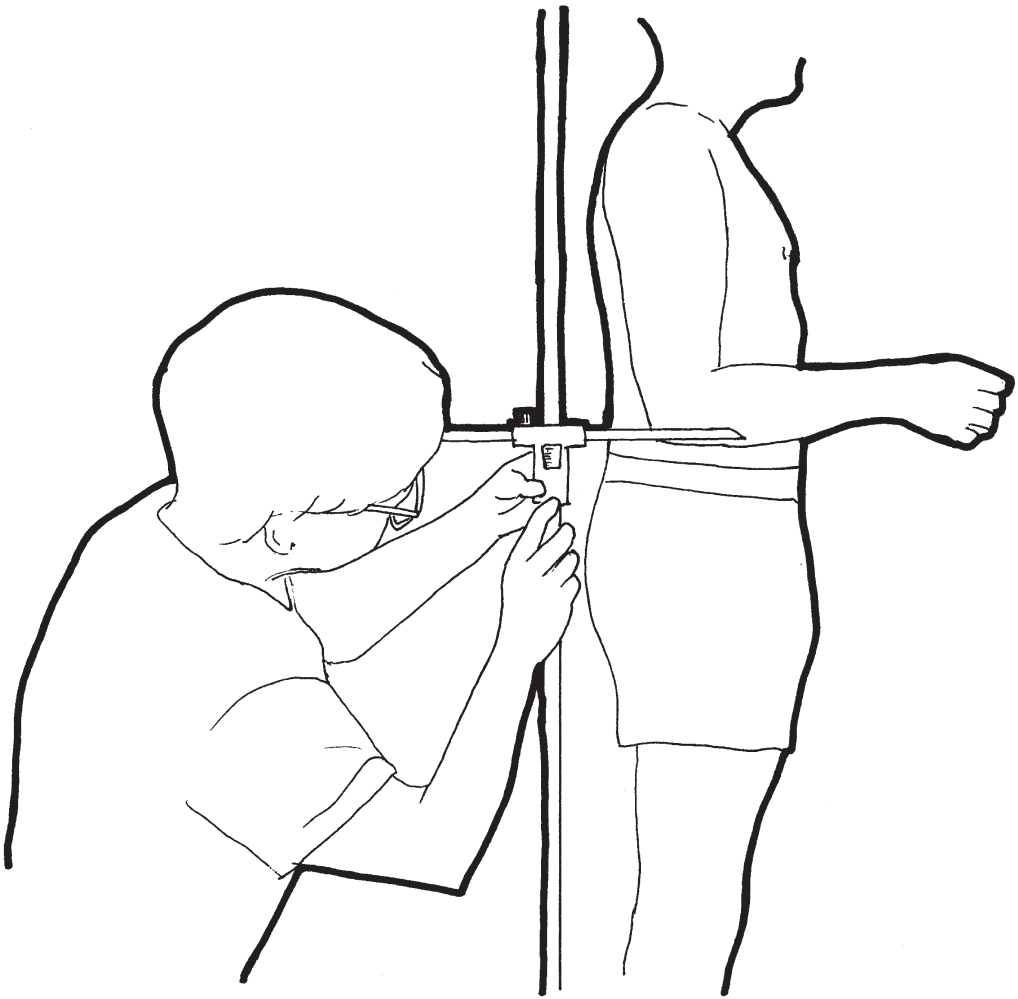
4. Altura de hombro

Ubicación del punto: se debe ubicar el punto más lateral y superior de la apófisis acromial del omóplato (acromion), sobre el cual se colocará una marca, se determina la distancia que existe al piso.

Posición del sujeto: el sujeto se coloca en posición de firmes, con los brazos colocados a los costados y en plano de Frankfort.

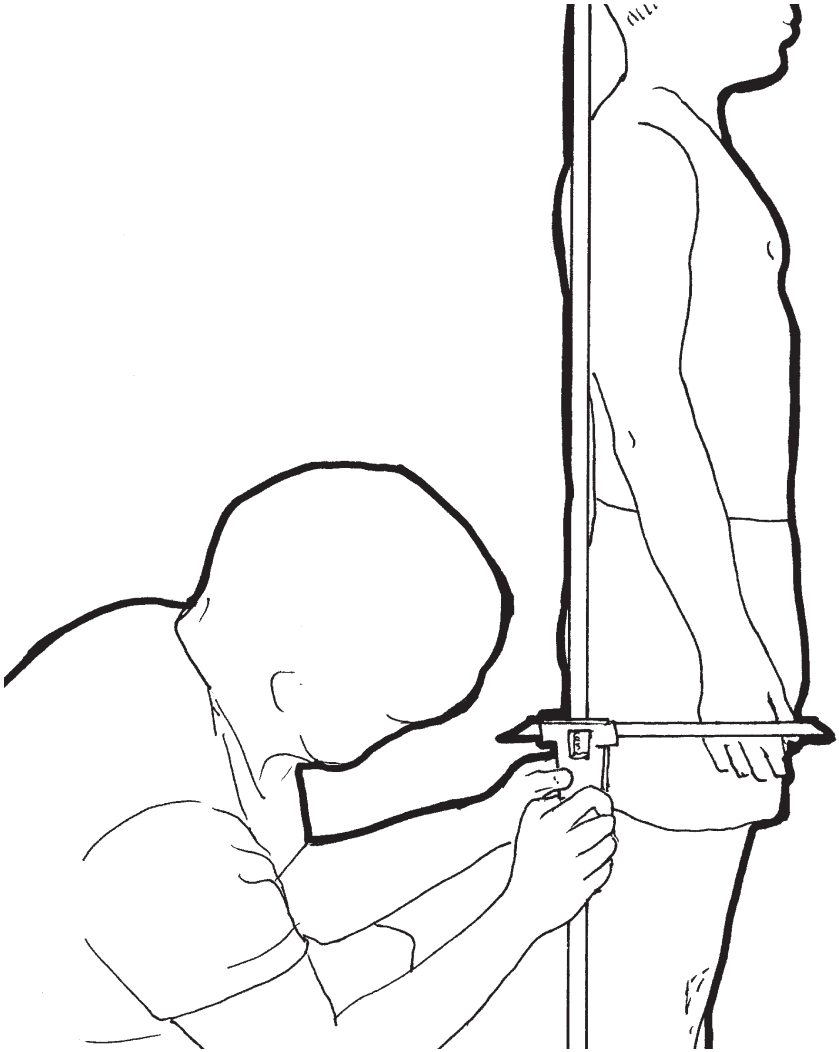
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca a un costado del sujeto, la medida se toma con el antropómetro del acromion y hacia el piso.

ÍNDICE



5. Altura de codo flexionado:
Ubicación del punto: se define como el radial o el punto más alto en el borde superior de la cabeza del radio.
Posición del sujeto: el sujeto se coloca con la espalda recta y las manos a los costados, flexionando los codos 90° y manteniendo el puño.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca a un costado del sujeto, la medida se toma del radial hacia el piso.

ÍNDICE



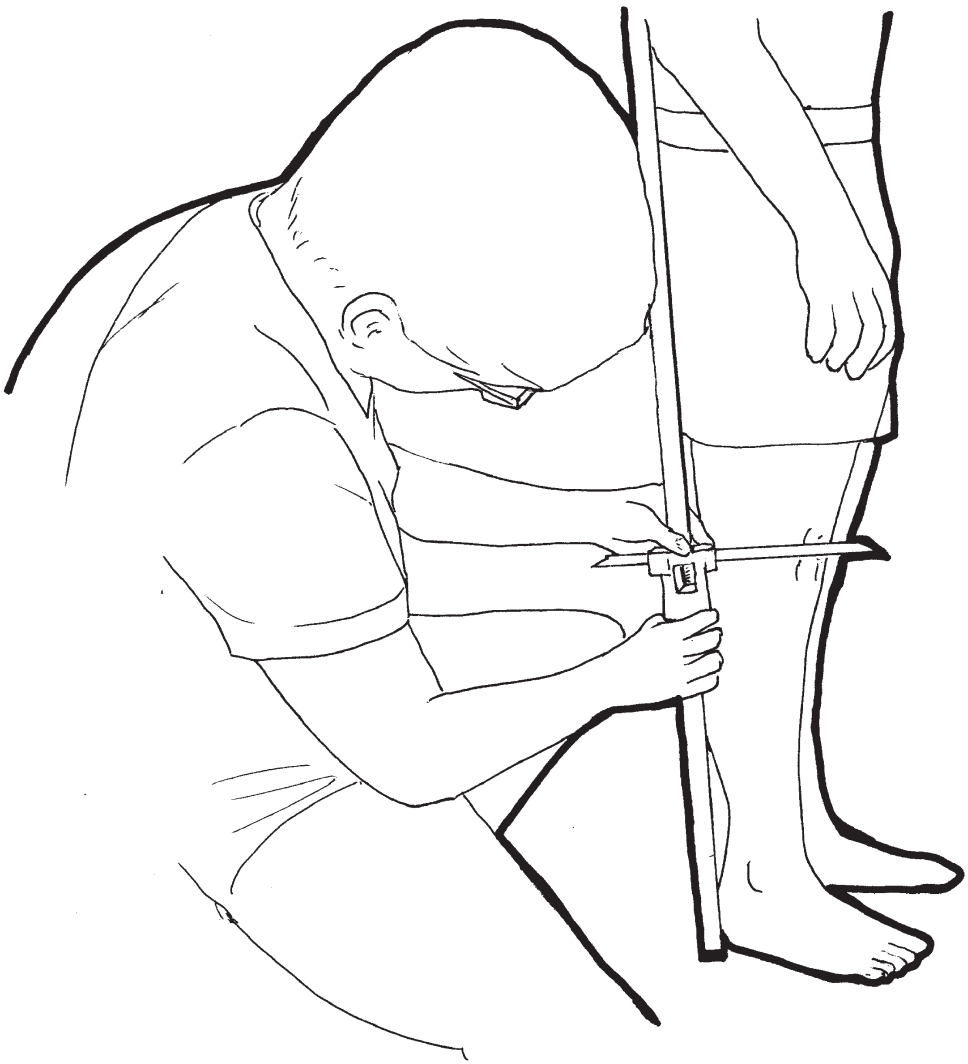
6. Altura de nudillos

Ubicación del punto: se coloca la mano en forma de puño y se observa el nudillo medio.

Posición del sujeto: el sujeto se coloca en posición de firmes, con los brazos colocados a los costados y en plano de Frankfort con el puño.

Posición del antropometrista: se coloca a un costado del sujeto en cuclillas y con el antropómetro tomará la dimensión del nudillo medio de la mano y hacia el piso.

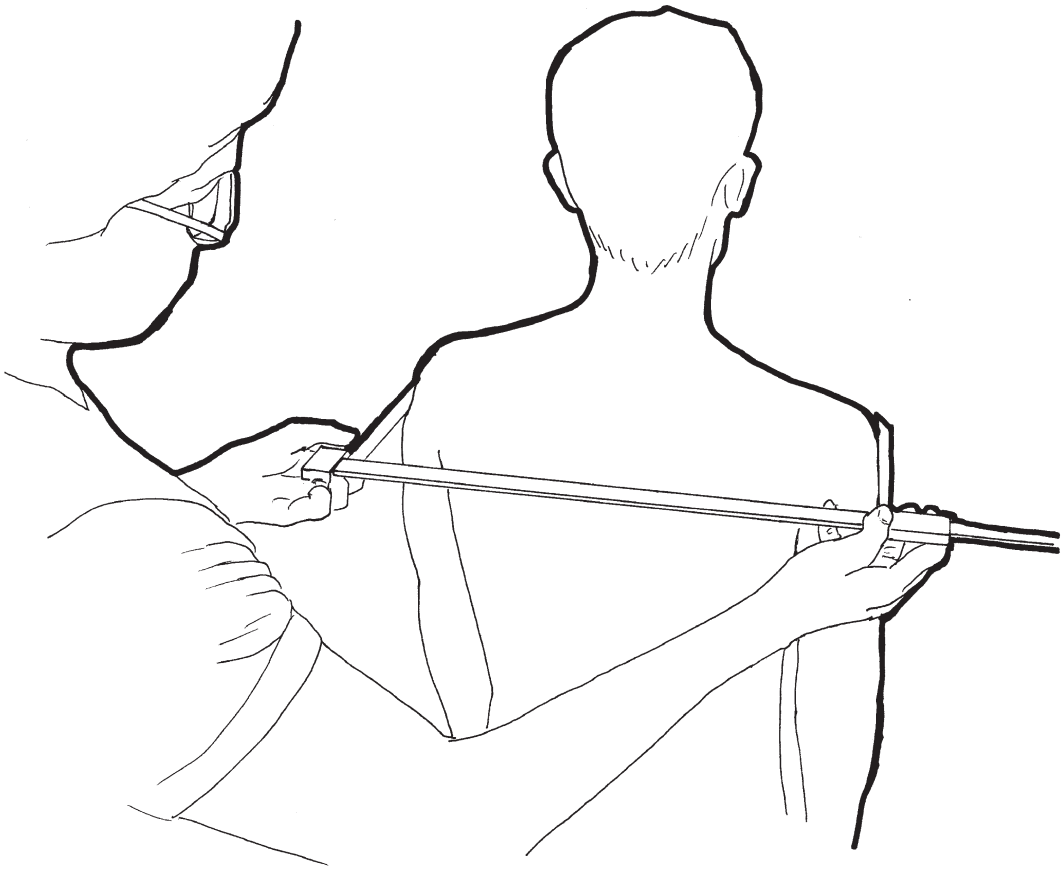
ÍNDICE



7 Altura de rodilla

Ubicación del punto: desde el punto rodilla (unión de una línea transversal de los puntos tibial medial y lateral).
Posición del sujeto: el sujeto permanece de pie con los pies ligeramente separados.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca a un costado del sujeto y ubica la unión de una línea transversal de los puntos tibiales medial y lateral al piso.

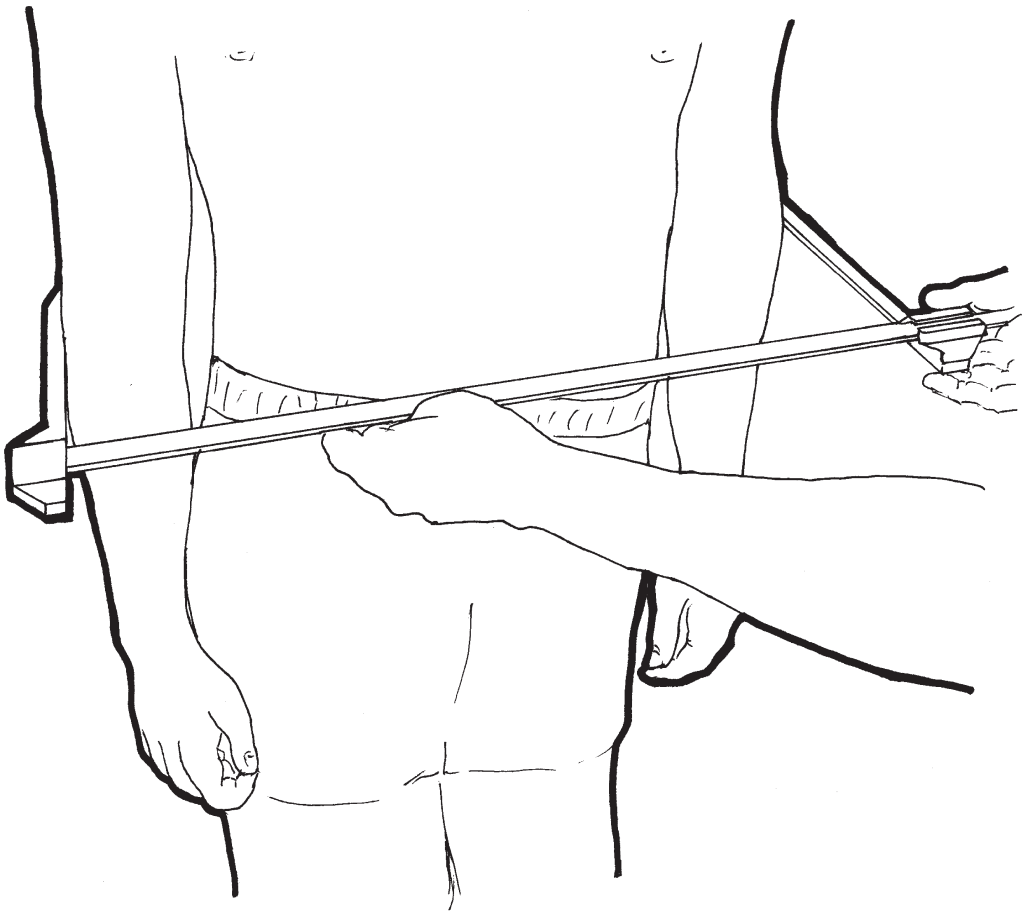
ÍNDICE



8 Ancho bideltoideo

Ubicación del punto: es la distancia máxima en milímetros entre los puntos localizados a ⅓ de los deltoides izquierdo y derecho.
Posición del sujeto: el sujeto permanece de pie con los pies ligeramente separados y los brazos a los costados.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca detrás del sujeto y ubica los dos puntos localizados a ⅓ de los deltoides derecho e izquierdo.

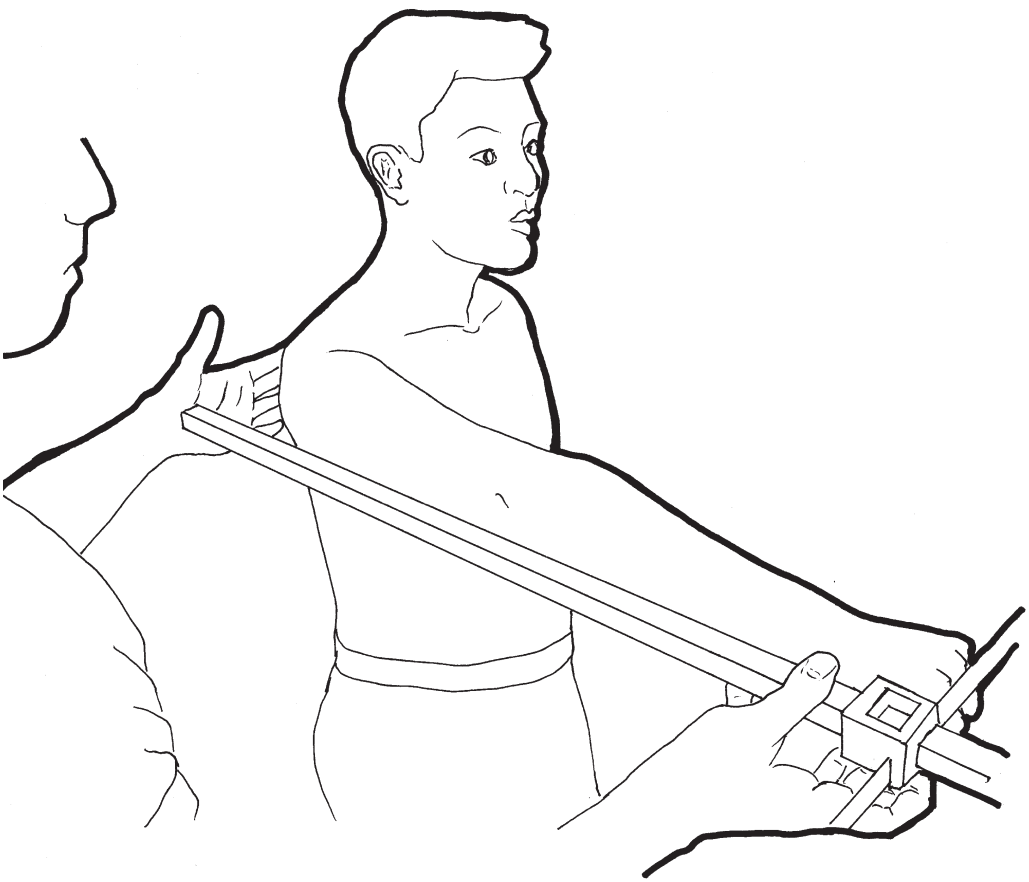
ÍNDICE



9. Ancho máximo del cuerpo

Ubicación del punto: es la distancia máxima en milímetros, con el sujeto de pie, entre los puntos izquierdo y derecho más anchos del cuerpo (hombros, codos o muñecas).
Posición del sujeto: el sujeto permanece de pie con los pies ligeramente separados.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca detrás del sujeto y ubica los puntos derecho e izquierdo más prominentes.

ÍNDICE



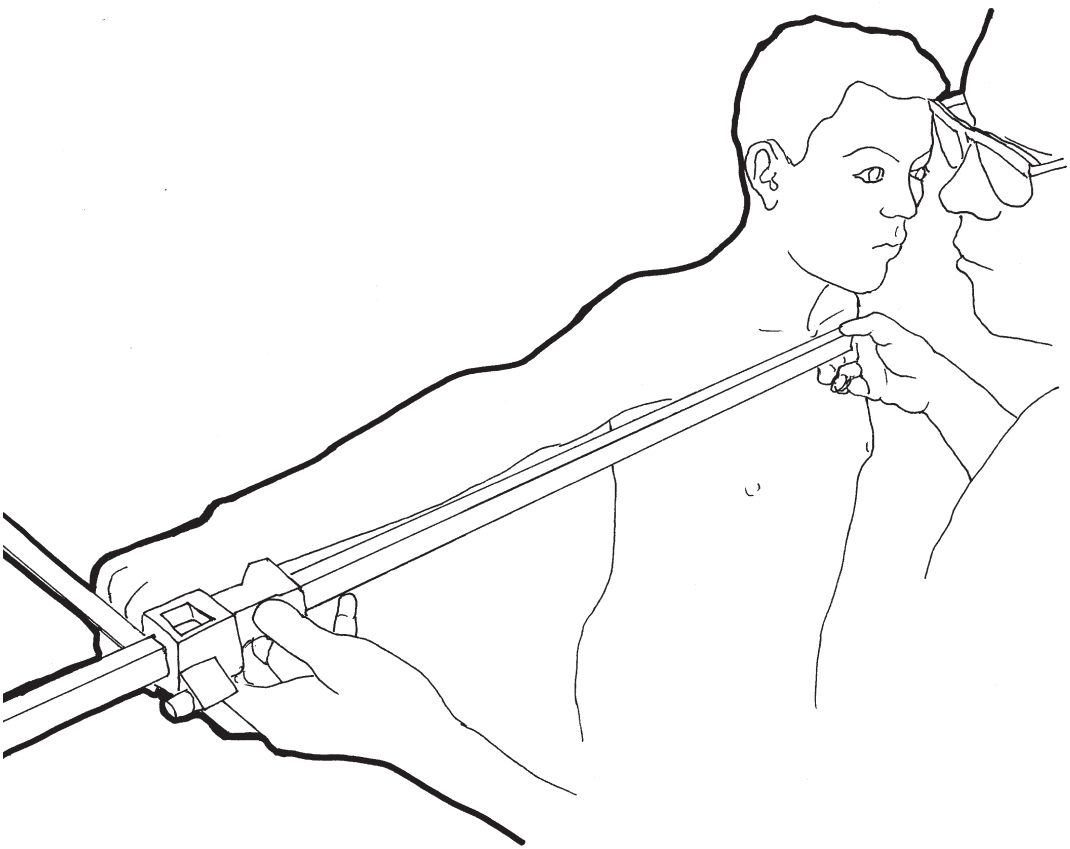
10. Alcance frontal funcional

Ubicación del punto: es la longitud máxima en milímetros entre la espalda y el nudillo del dedo medio.

Posición del sujeto: el sujeto permanece de pie, con el brazo extendido al frente.

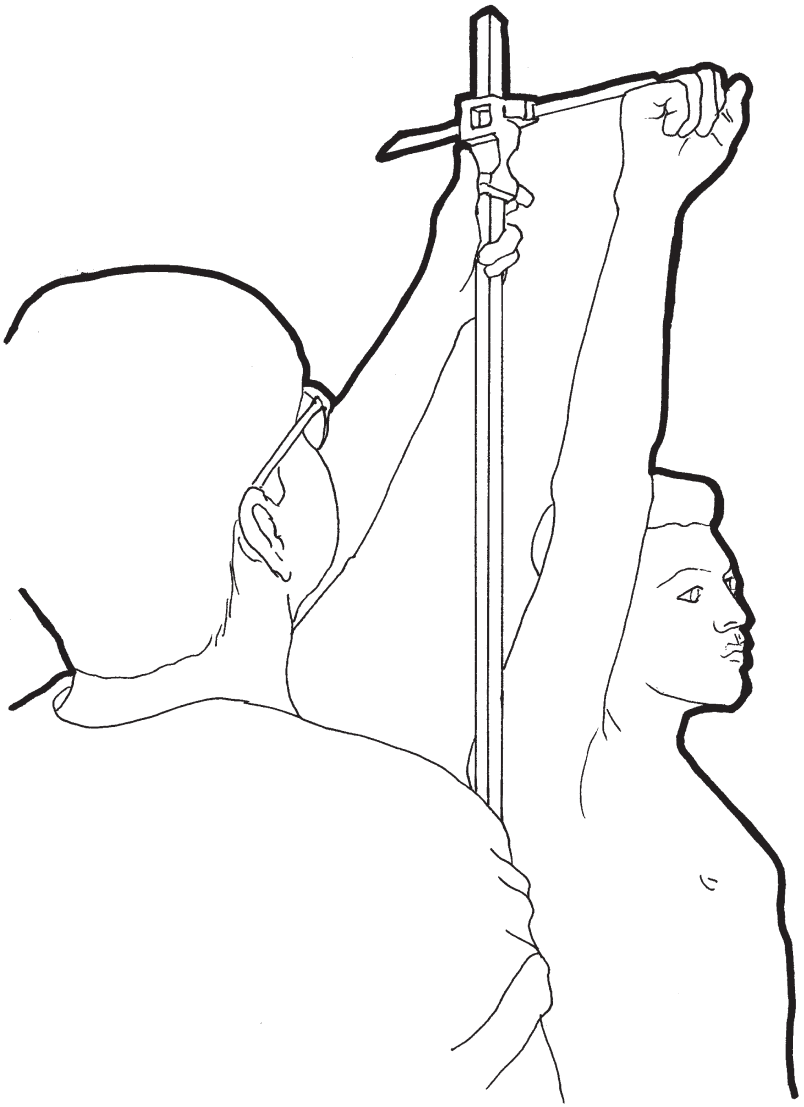
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca a la derecha del sujeto.

ÍNDICE



11. Alcance lateral funcional
Ubicación del punto: es la longitud máxima en milímetros entre el hueco supraesternal (plano sagital) y el nudillo del dedo medio.
Posición del sujeto: el sujeto permanece de pie, con el brazo en abducción lateral.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca a la derecha del sujeto.

ÍNDICE



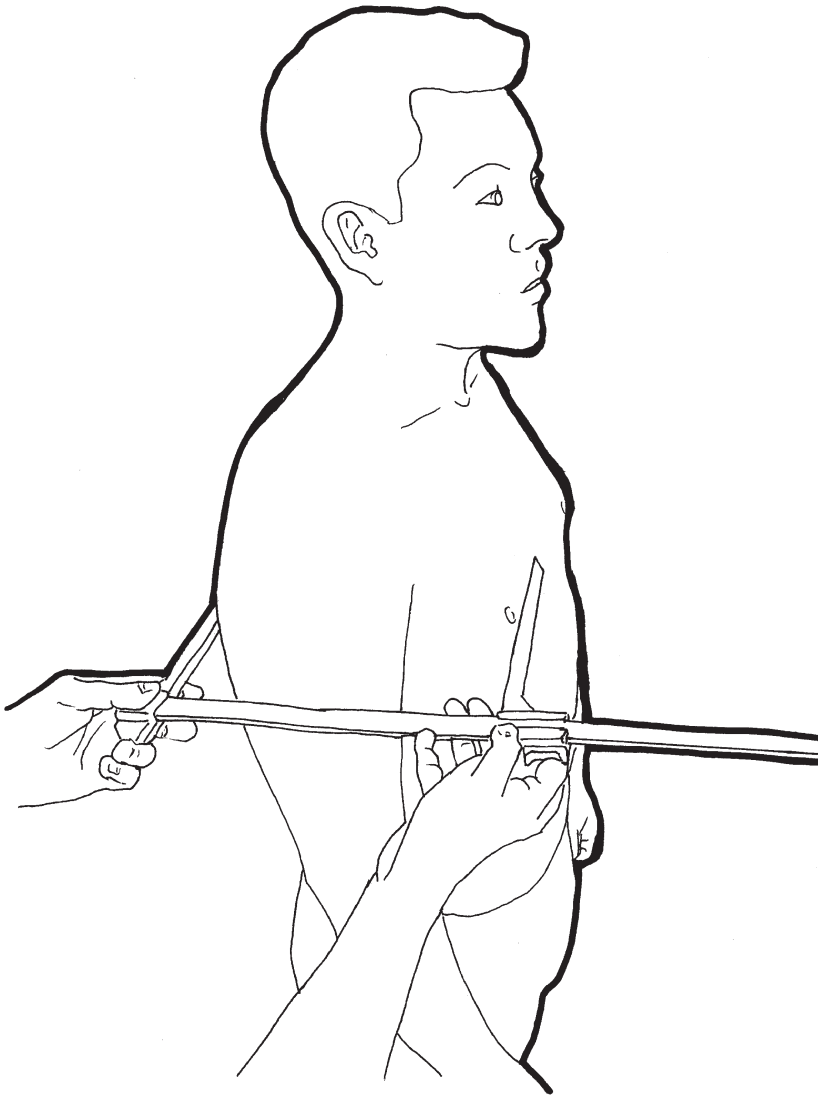
12. Alcance vertical funcional

Ubicación del punto: es la longitud máxima en milímetros, con el brazo derecho elevado y la mano empuñada, del nudillo del dedo medio al suelo.

Posición del sujeto: el sujeto permanece de pie, con el brazo derecho elevado en forma vertical y con el puño.

Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca a la derecha del sujeto.

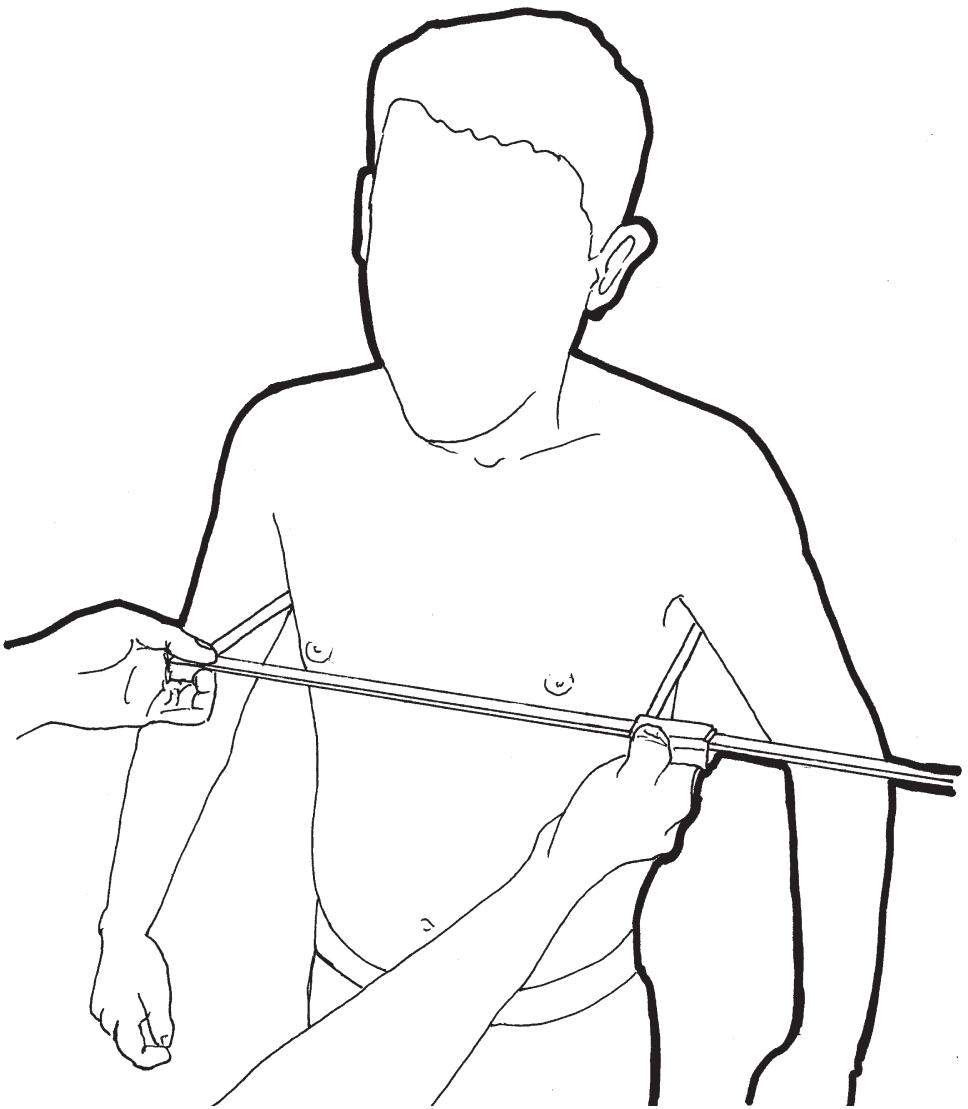
ÍNDICE



13. Profundidad de tórax

Ubicación del punto: es la distancia máxima en milímetros entre el punto mesoesternal (pecho) y la espina vertebral correspondiente (espalda).
Posición del sujeto: el sujeto permanece de pie, haciendo abducción y posteriormente aducción de brazos y luego relajados, en máxima inspiración.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca detrás del sujeto.

ÍNDICE

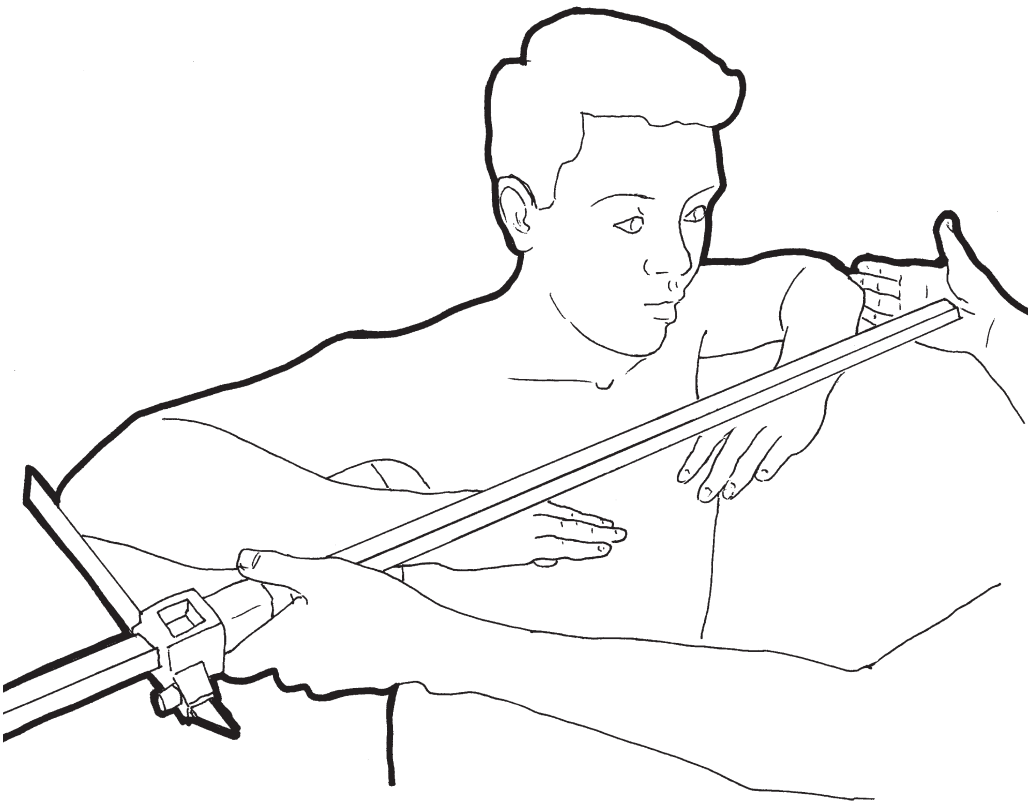


14. Ancho de tórax

Ubicación del punto: es la distancia máxima en milímetros de la parte más ancha de la caja torácica a la altura de los pezones.

Posición del sujeto: el sujeto permanece de pie, haciendo abducción y posteriormente aducción de brazos y luego relajados, en máxima inspiración.

Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca detrás del sujeto.



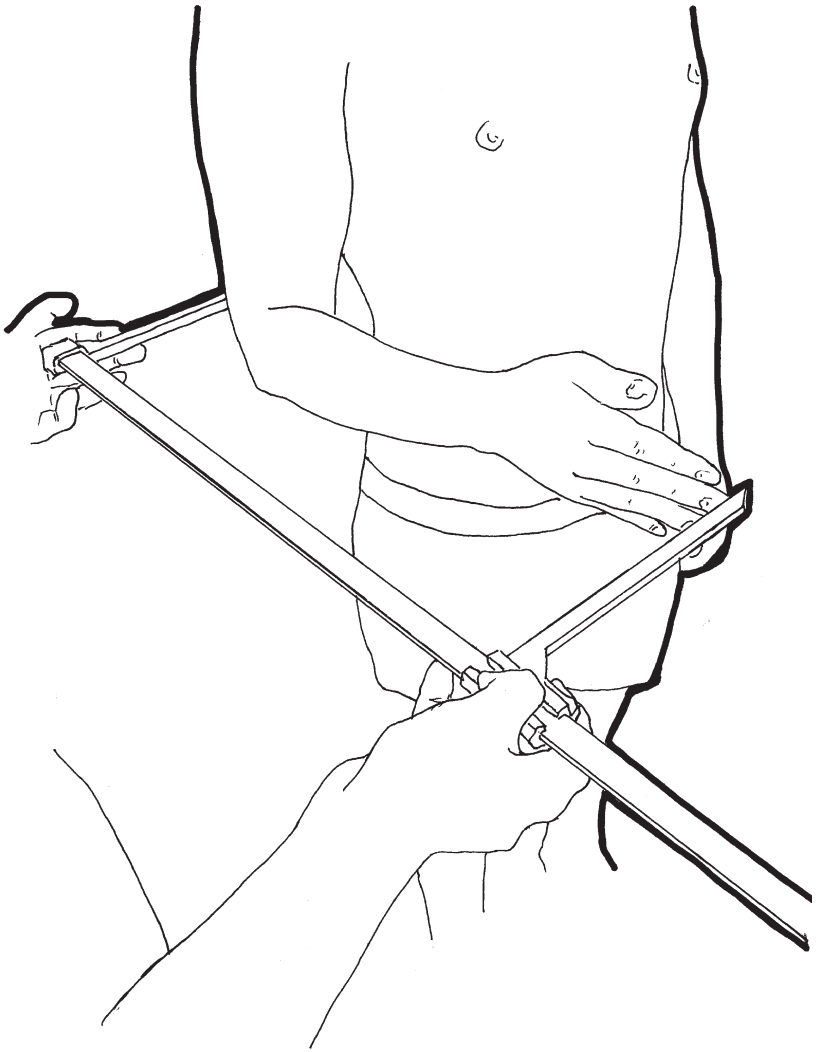
15. Distancia codo a codo

Ubicación del punto: es la distancia máxima en milímetros entre los puntos más distantes de los codos.

Posición del sujeto: el sujeto permanece de pie en posición normal, levantando los brazos lateralmente y con los antebrazos flexionados al frente, con los pulgares tocando el pecho.

Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca detrás del sujeto.

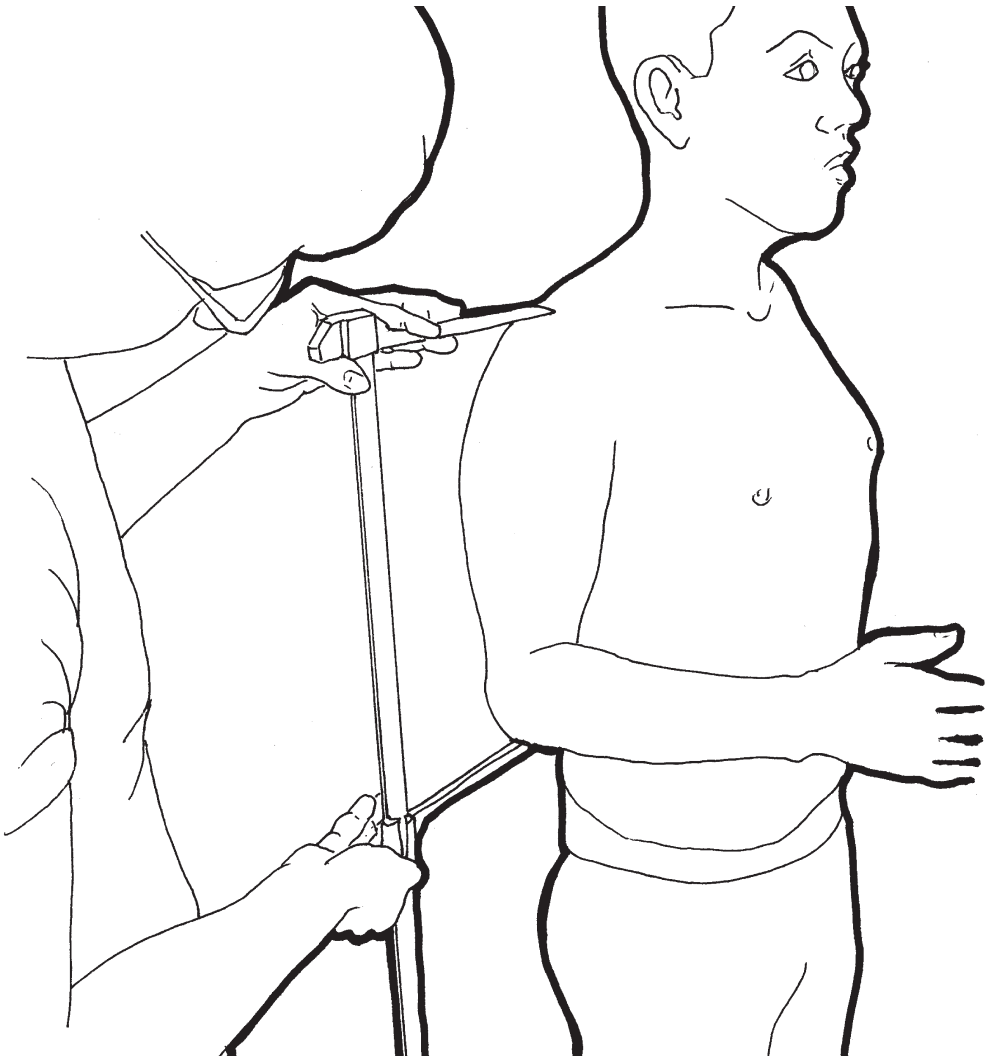
ÍNDICE



16. Distancia codo a dedo medio

Ubicación del punto: es la longitud máxima en milímetros entre el borde inferior del codo derecho y el dedo medio o el más largo.
Posición del sujeto: el sujeto permanece de pie en posición normal, con los brazos caídos libremente y con el antebrazo flexionado hacia el frente a 90° en relación con el brazo.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca a la derecha del sujeto.

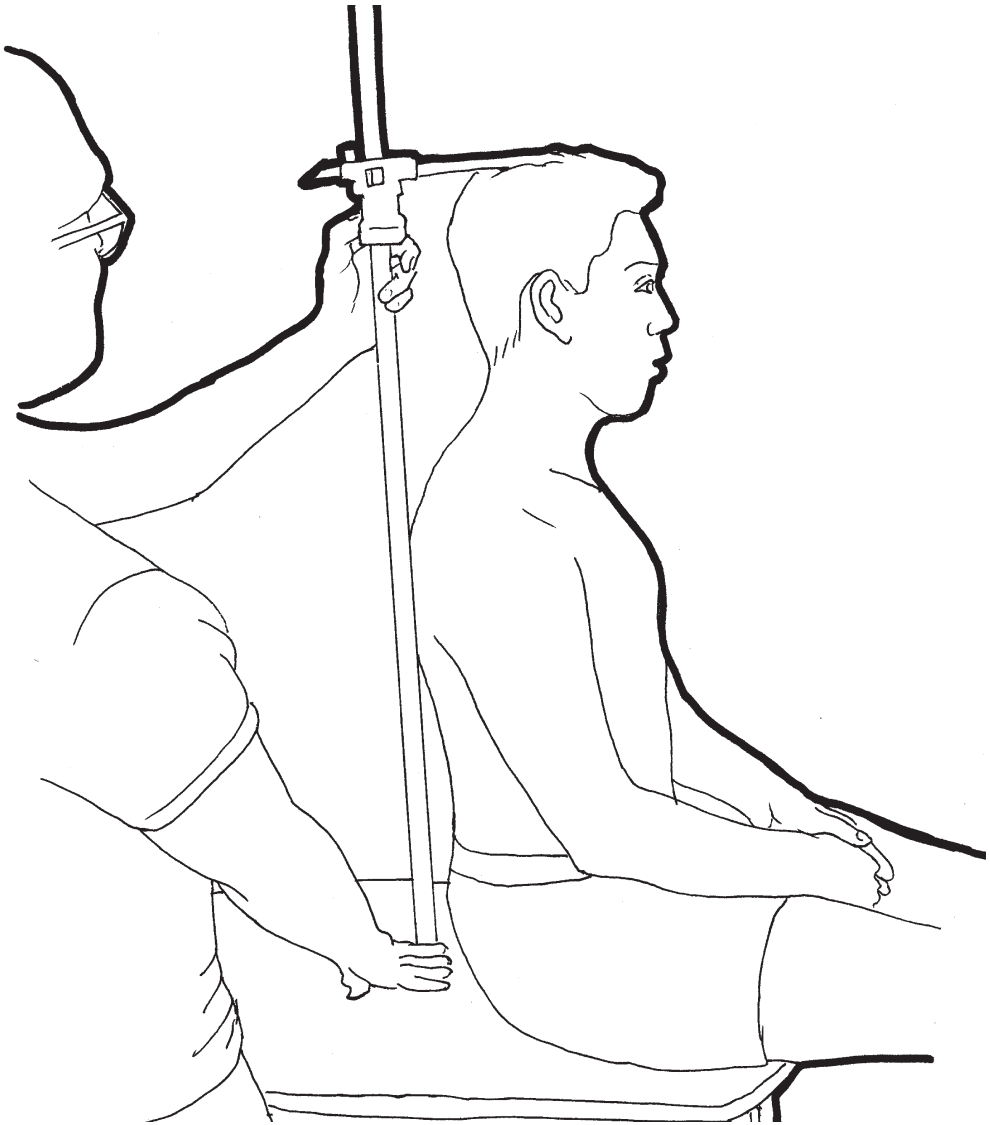
ÍNDICE



17. Distancia hombro a codo
Ubicación del punto: es la longitud máxima en milímetros, en relación con el brazo, entre el punto acromial y el borde inferior del codo derecho.
Posición del sujeto: el sujeto permanece de pie en posición normal, con los brazos caídos libremente y con el antebrazo flexionado hacia el frente a 90°.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca a la derecha del sujeto.

ÍNDICE

MEDIDAS SENTADO

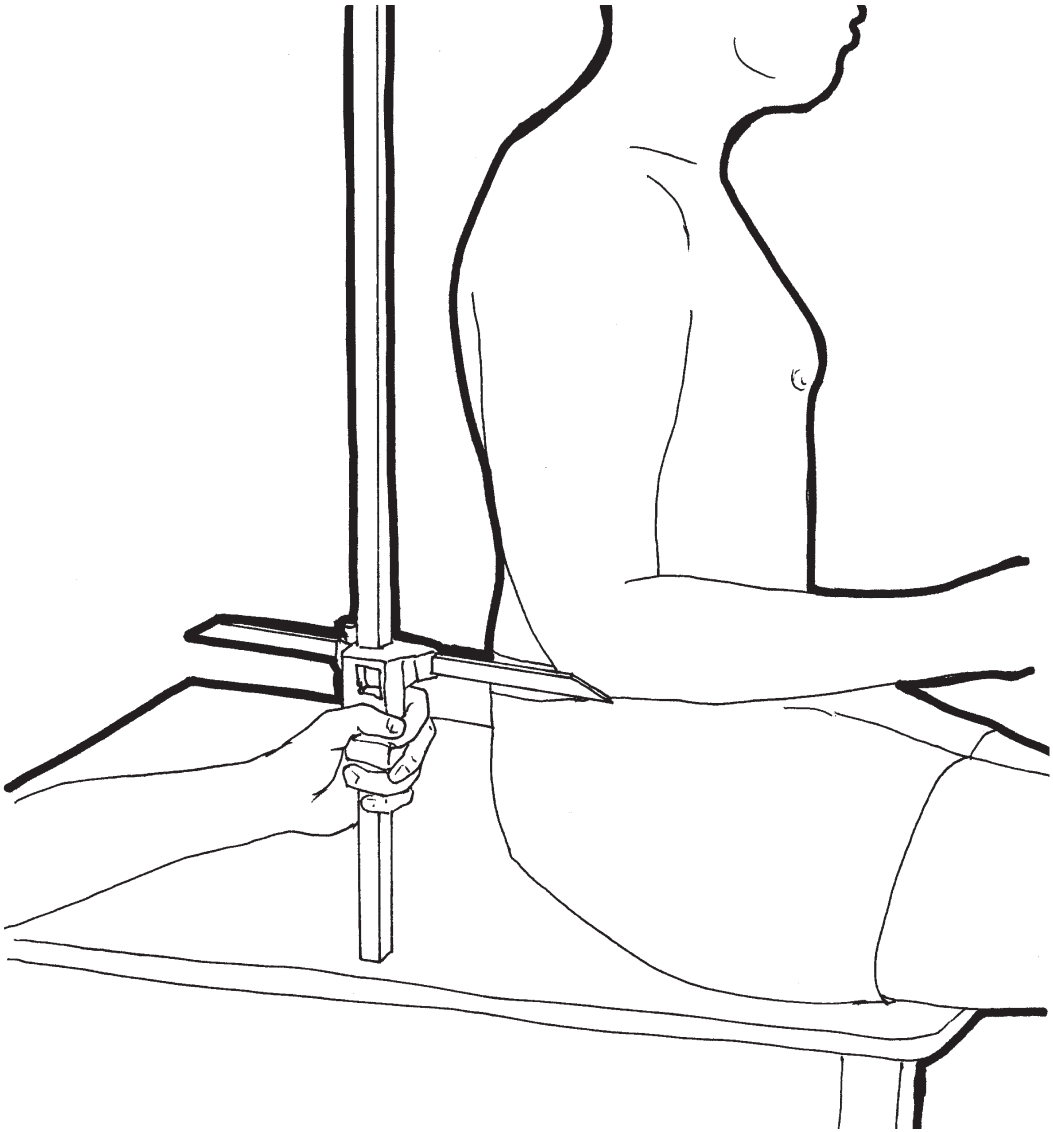


18. Altura sentado

Ubicación del punto: es la longitud máxima en milímetros, con el sujeto sentado, desde el vértex hasta el asiento.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca a la derecha del sujeto.

19. Altura al hombro sentado
Ubicación del punto: es la longitud máxima en milímetros desde el punto acromial hasta el asiento.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca a la derecha del sujeto.

ÍNDICE



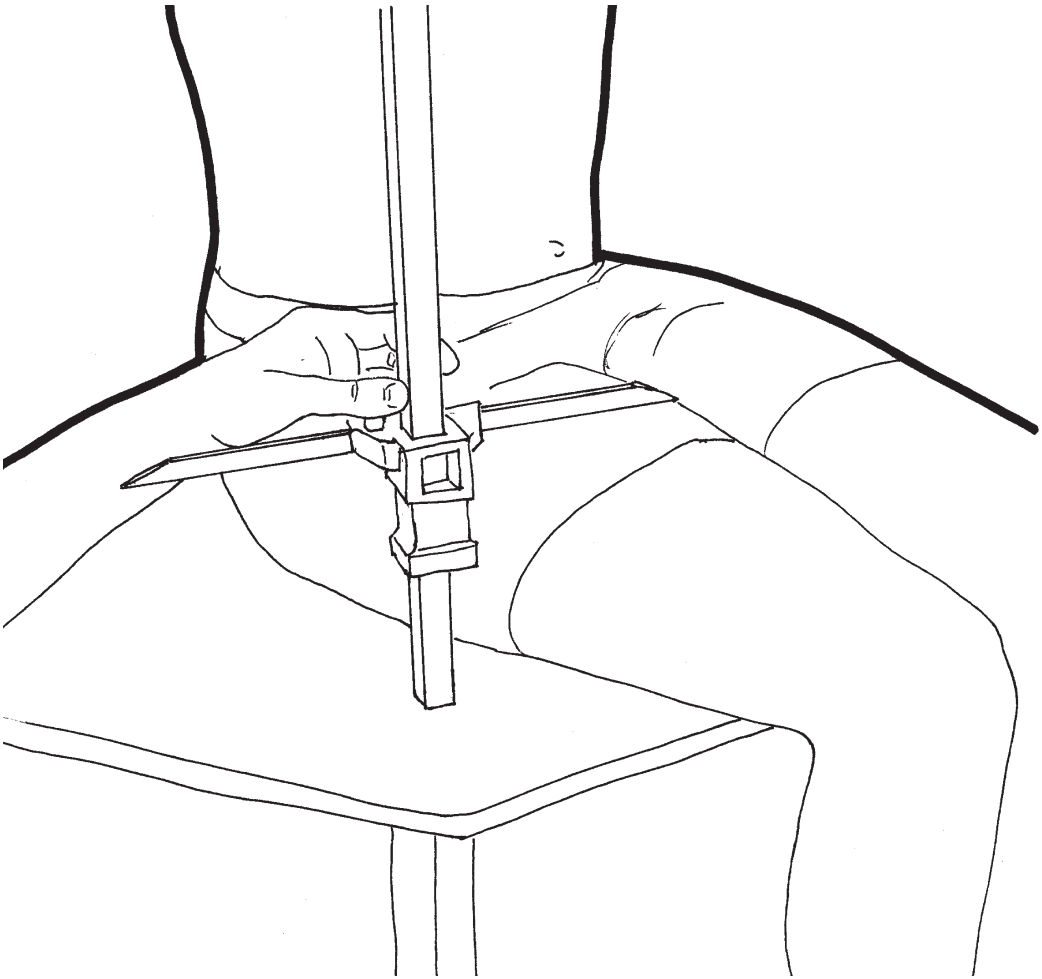
20 Altura al codo flexionado sentado

Ubicación del punto: es la longitud máxima en milímetros desde el borde inferior del codo hasta el asiento

Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.

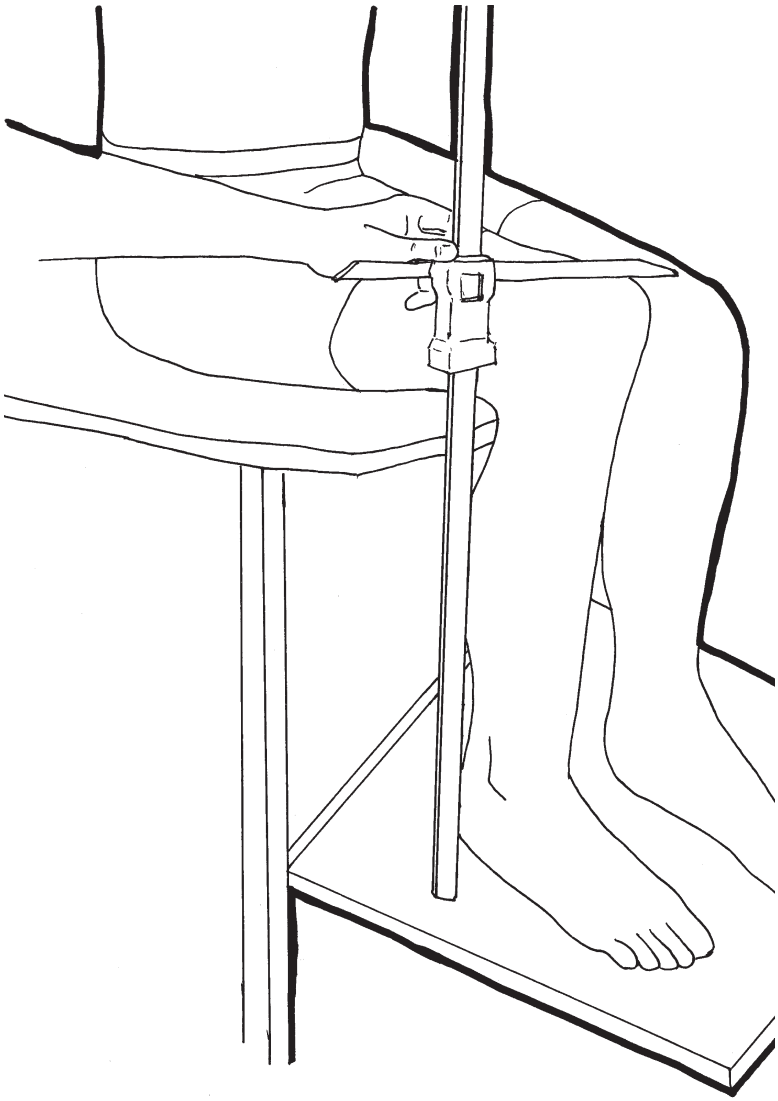
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca a la derecha del sujeto.

ÍNDICE

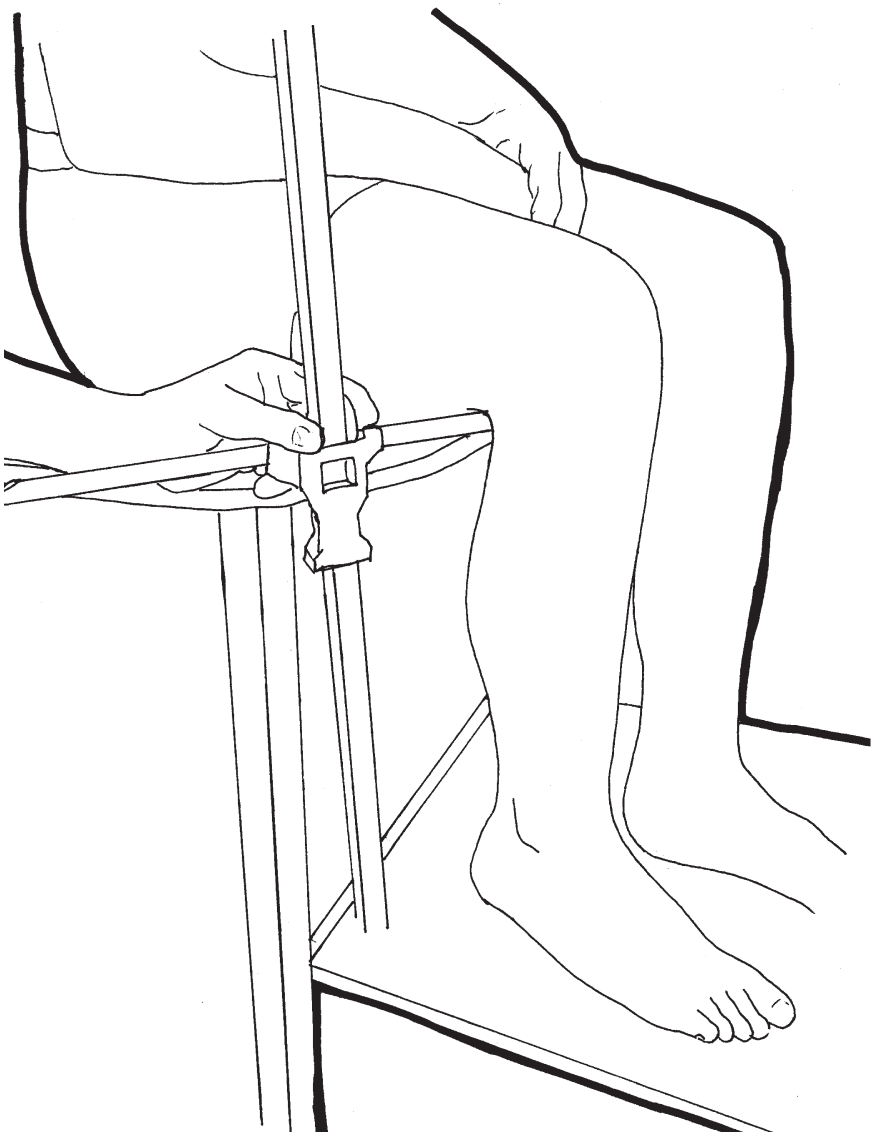


21. Altura de muslo sentado
Ubicación del punto: es la longitud máxima en milímetros desde el borde superior de la región media del muslo hasta el asiento.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca a la derecha del sujeto.

ÍNDICE

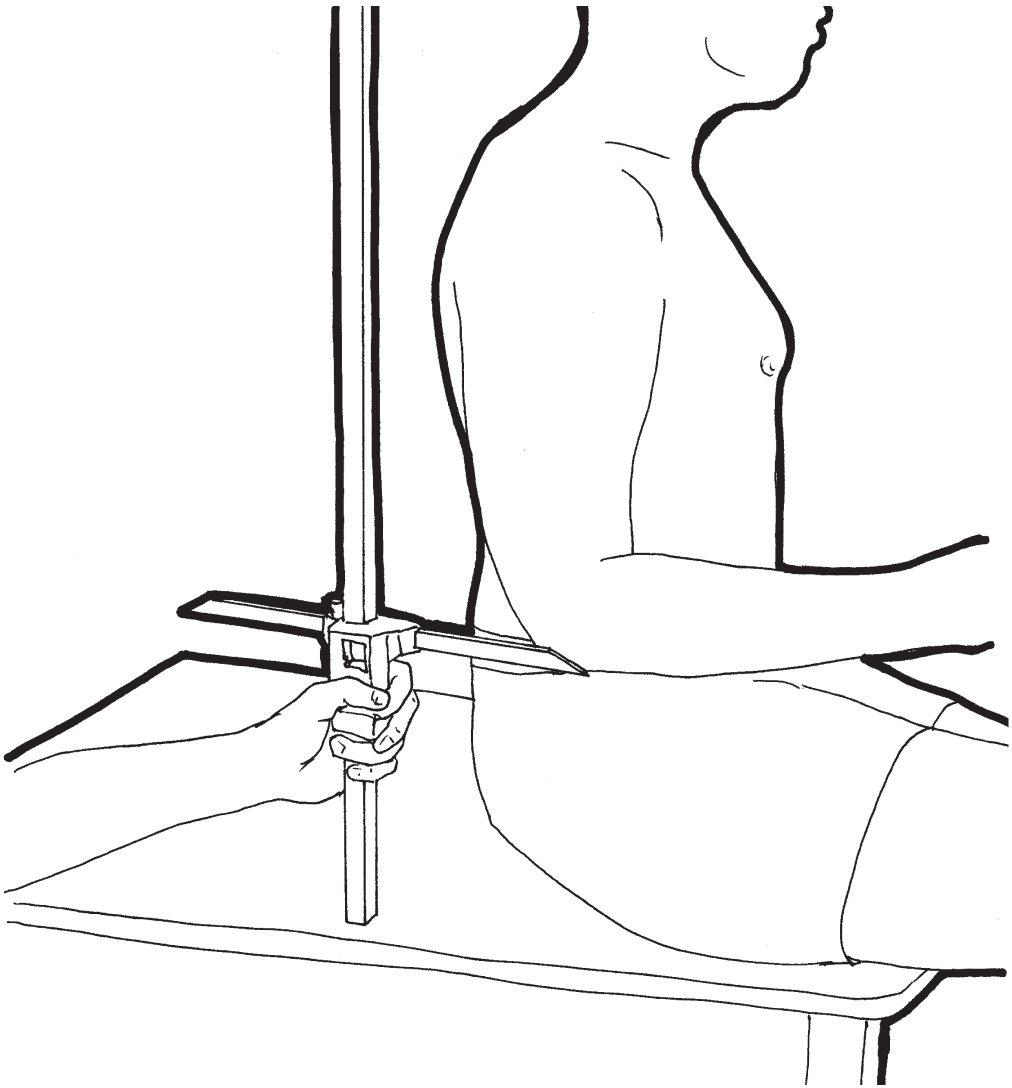


22. Altura de rodilla sentado
Ubicación del punto: es la longitud máxima en milímetros desde el punto marcado en la rodilla hasta el suelo.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca en cuclillas, a la derecha del sujeto.



23. Altura poplítea
Ubicación del punto: longitud máxima en milímetros desde el hueco poplíteo (punto posterior de la articulación de la rodilla) hasta el suelo.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca en cuclillas, a la derecha del sujeto.

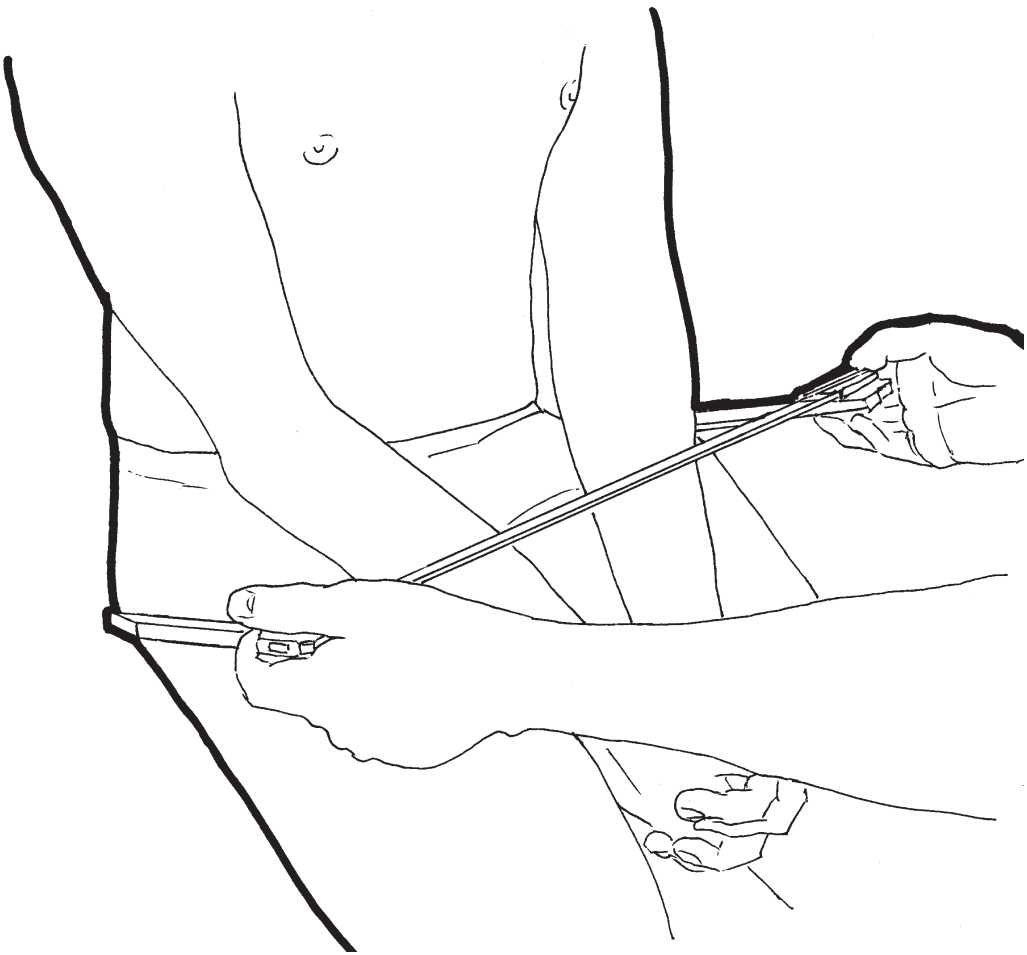
ÍNDICE



24. Ancho de codos sentado

Ubicación del punto: es la distancia máxima entre los puntos más distantes de los codos, con los brazos pendientes a los costados.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca por delante del sujeto.

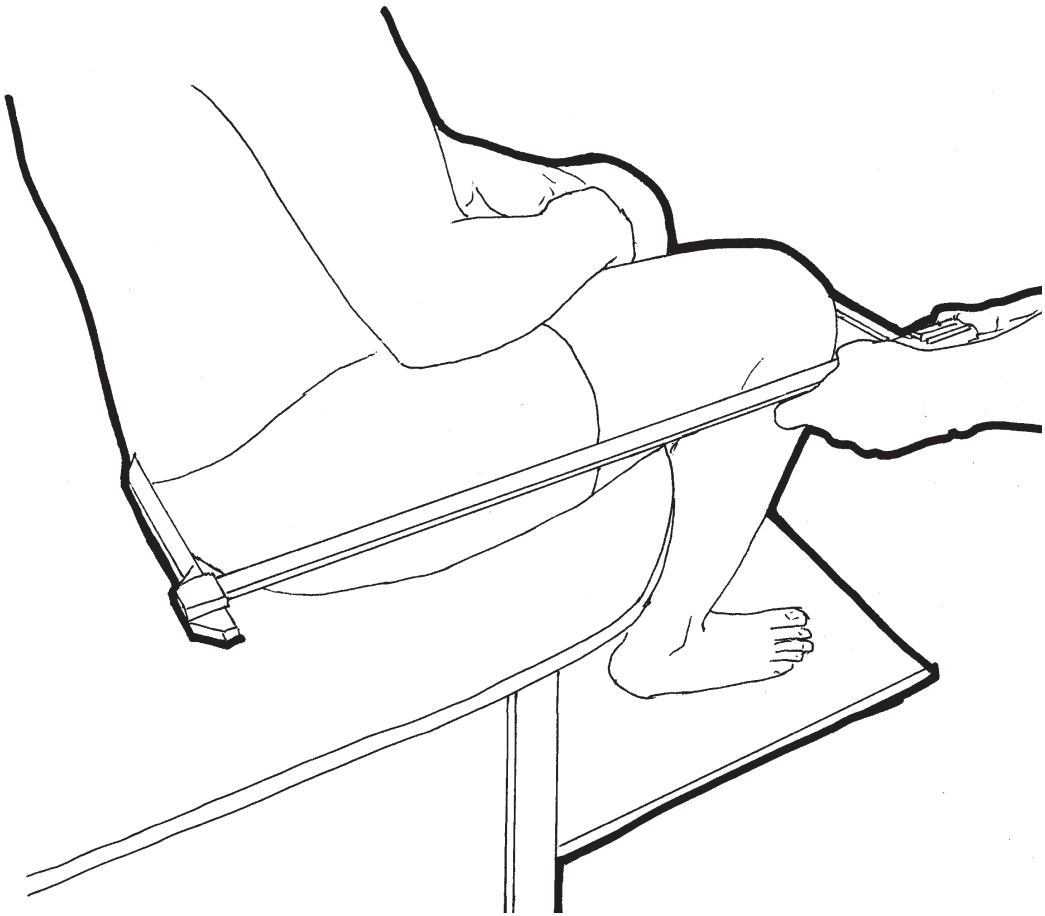
ÍNDICE



25. Ancho de cadera sentado

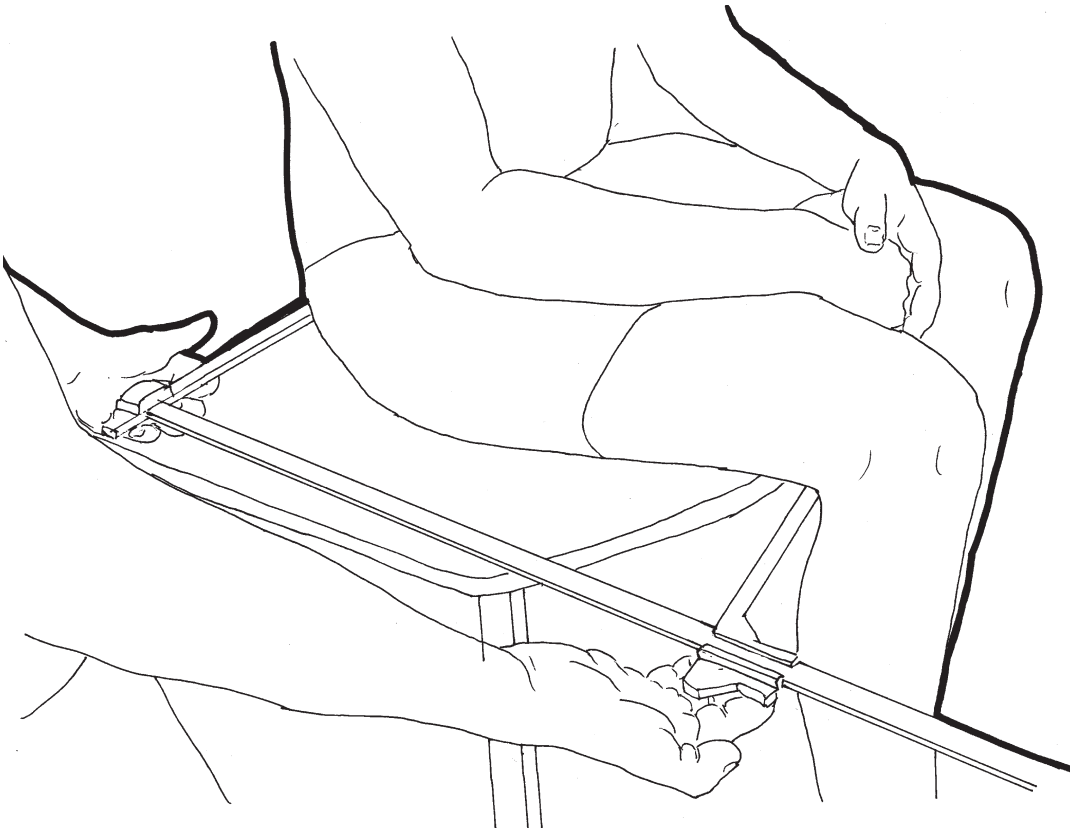
Ubicación del punto: es la distancia máxima, con el sujeto sentado, entre los trocánteres (puntos más altos del fémur) derecho e izquierdo.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca en cuclillas, a la derecha del sujeto.

ÍNDICE



26. Largo glúteo a rodilla

Ubicación del punto: es la longitud máxima desde la región más prominente del glúteo hasta el borde frontal de la rótula.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca en cuclillas, a la derecha del sujeto.

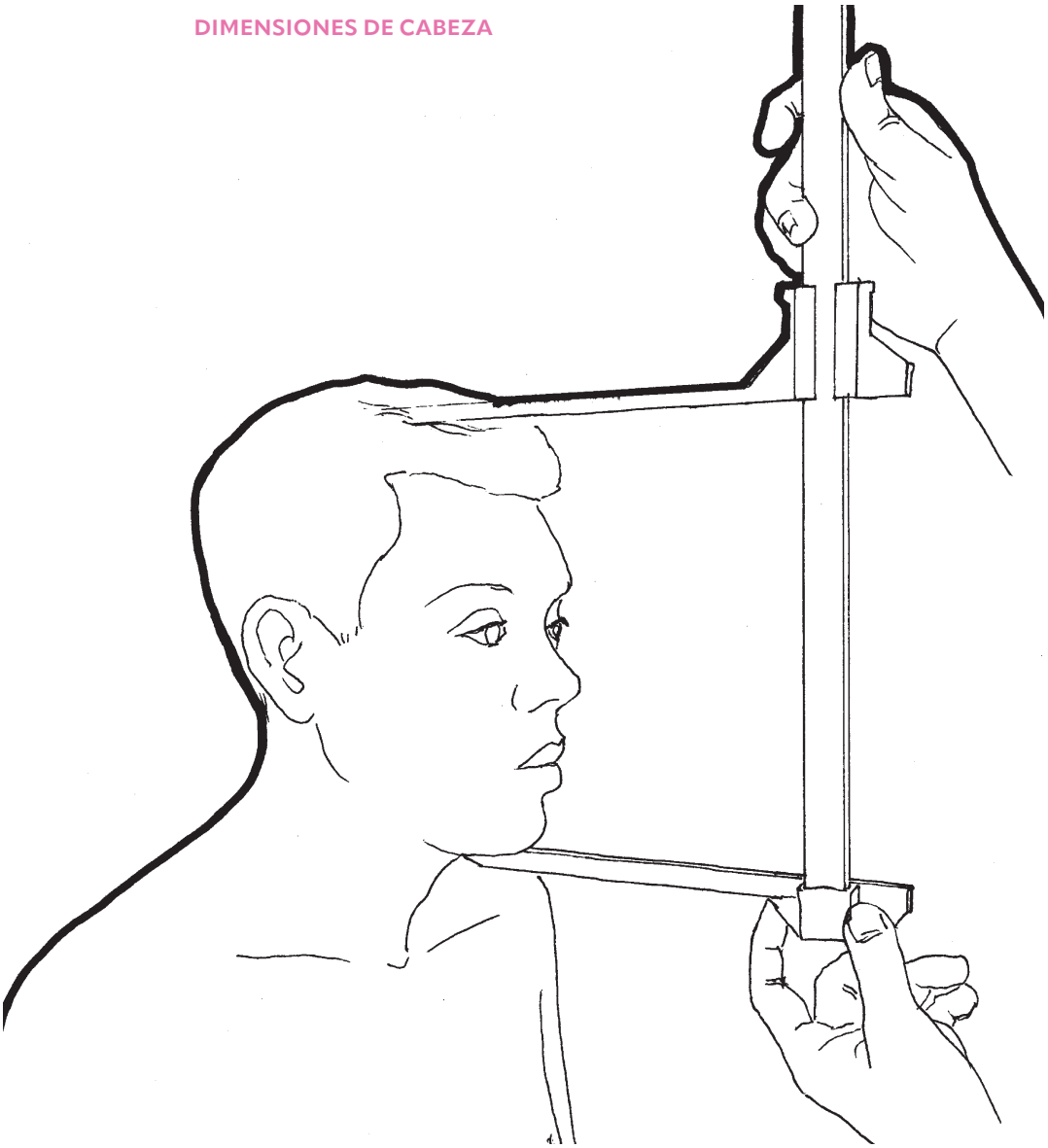


27. Largo glúteo a poplíteo

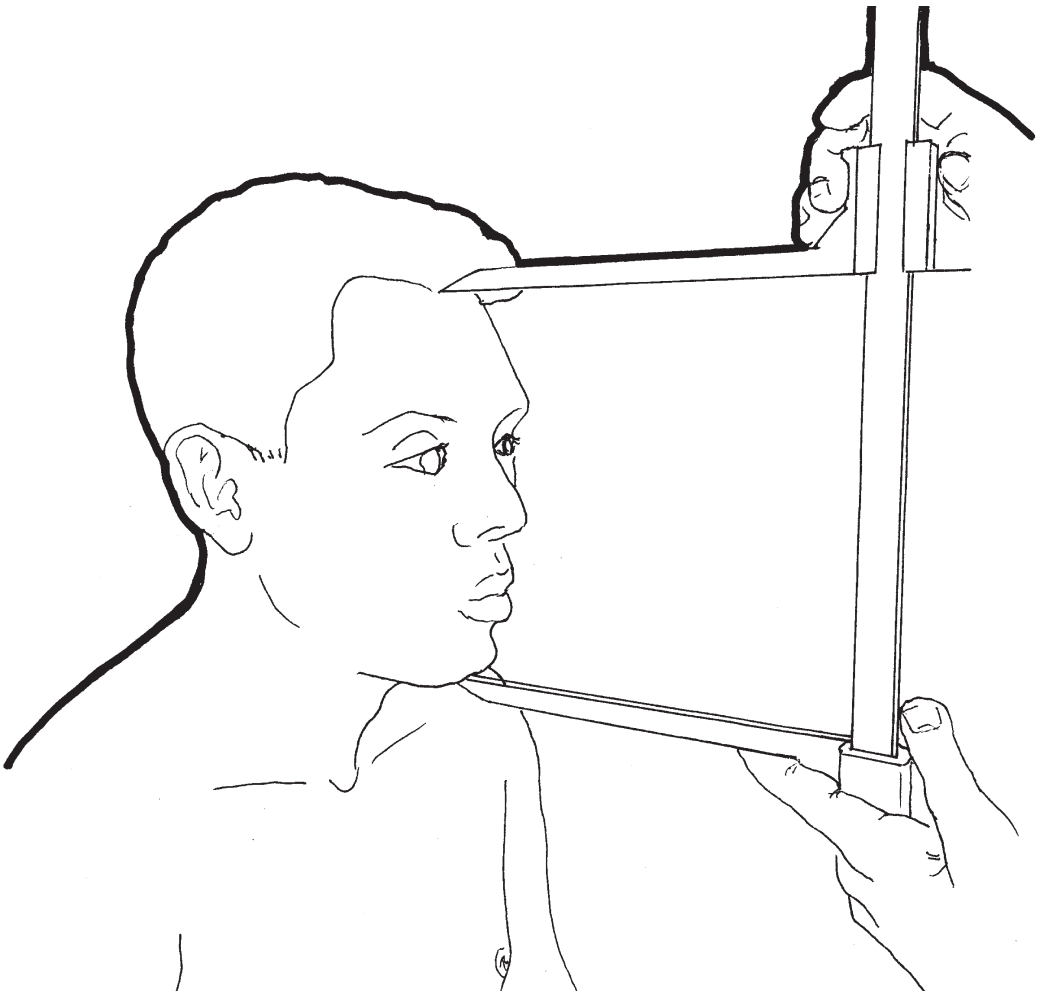
Ubicación del punto: es la longitud máxima en milímetros, con el sujeto sentado, desde la región más prominente del glúteo hasta el hueco poplíteo del mismo lado.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca en cuclillas, a la derecha del sujeto.

ÍNDICE

DIMENSIONES DE CABEZA

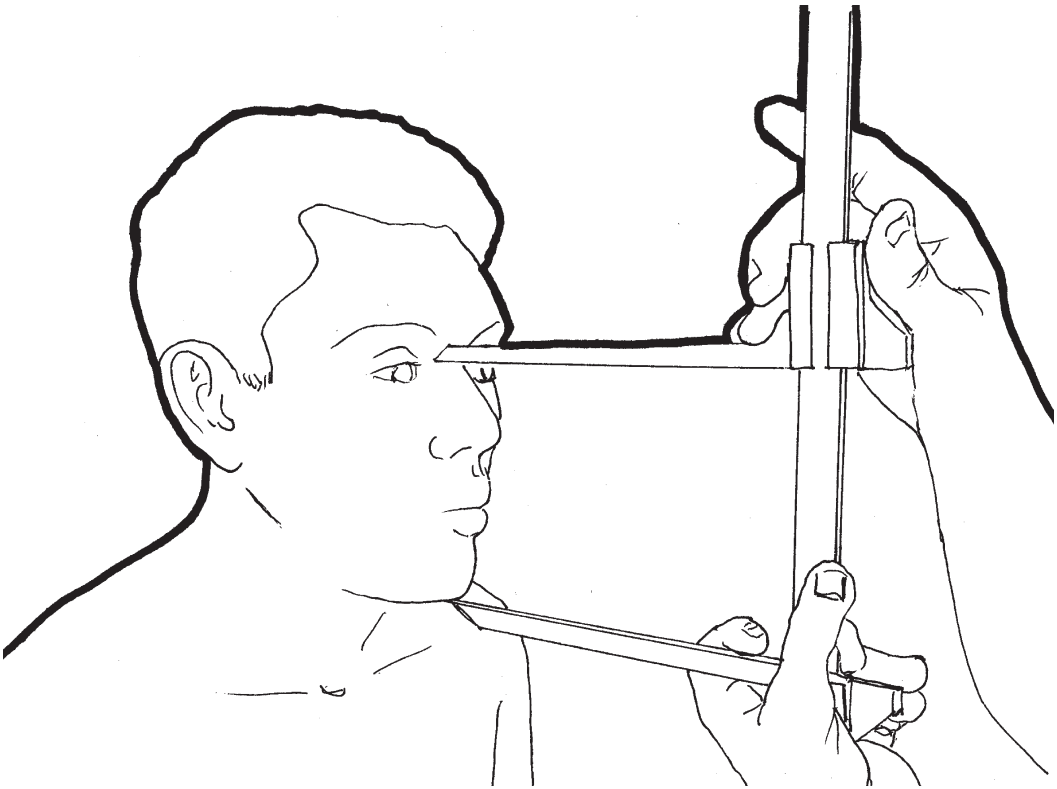


28. Altura de cabeza
Ubicación del punto: es la distancia en milímetros del vértex al punto más bajo del borde inferior y medial de la mandíbula.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca enfrente del sujeto.



29. Largo de cara
Ubicación del punto: es la distancia en milímetros de la línea imaginaria del nacimiento del cabello al punto más bajo del borde inferior y medial de la mandíbula.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca enfrente del sujeto.

ÍNDICE

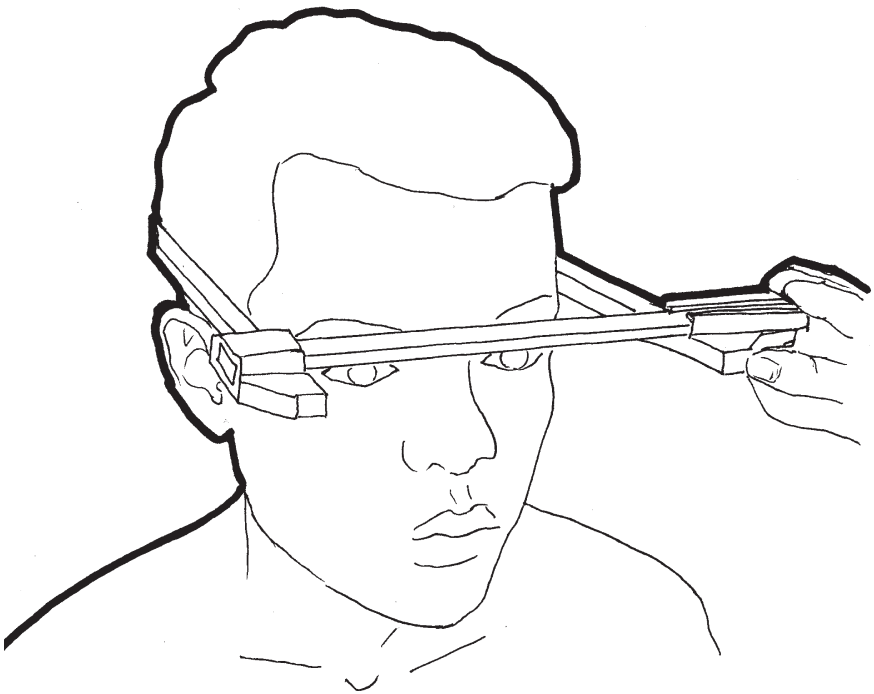


30. Longitud nariz a barbilla (Nasion – Gnation)
Ubicación del punto: es la distancia en milímetros del vértice nasal al punto más bajo del borde inferior y medial de la mandíbula.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca enfrente del sujeto.

ÍNDICE

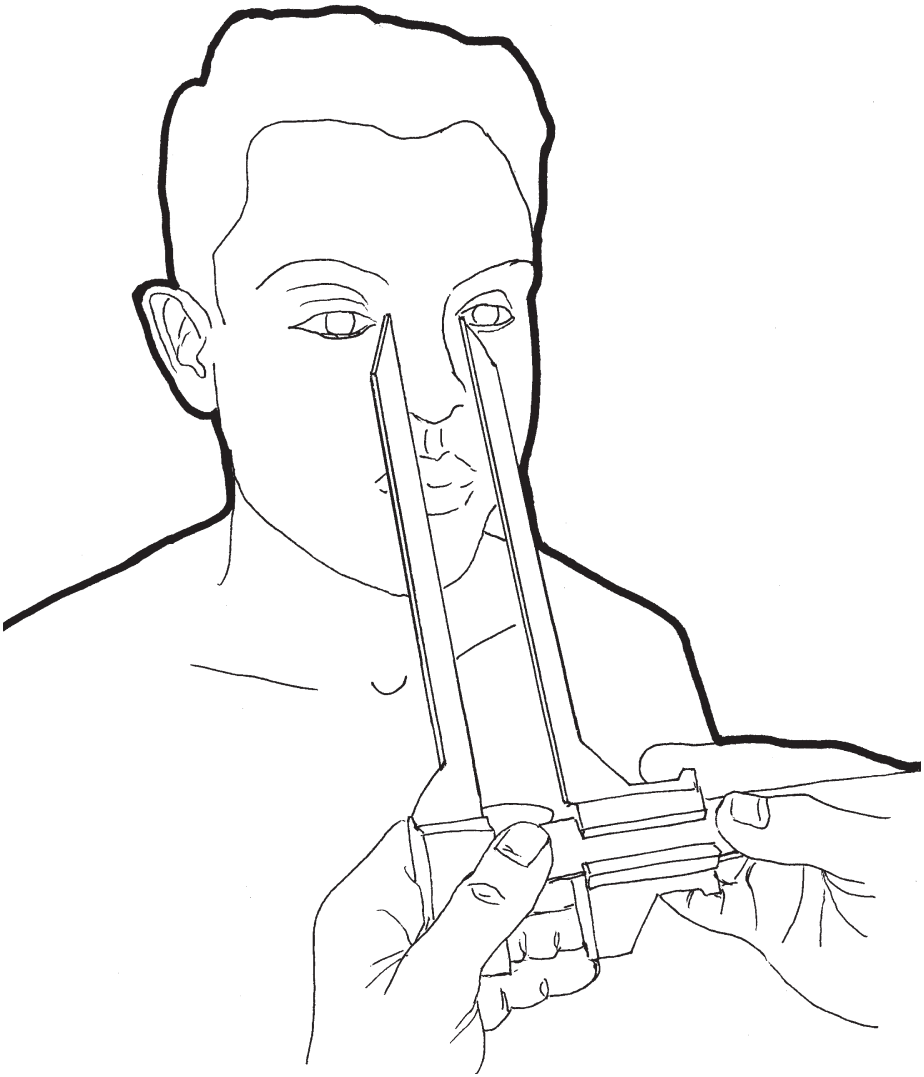
31. Perímetro cefálico
Ubicación del punto: circunferencia en milímetros del cráneo, por encima de los arcos ciliares.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca a la derecho del sujeto.

ÍNDICE



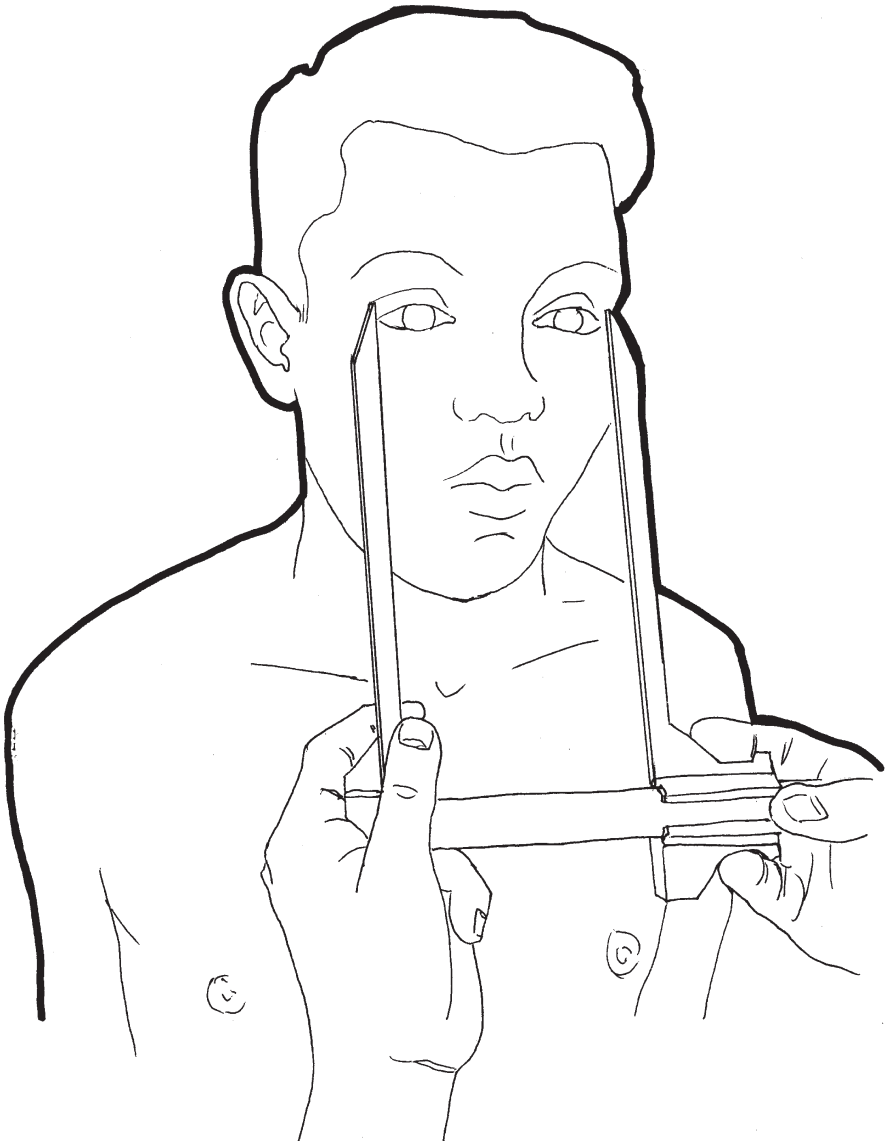
32. Ancho de cabeza
Ubicación del punto: es la distancia máxima en milímetros entre los puntos más salientes de la cabeza (eurion) en plano horizontal, por arriba de las orejas.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca enfrente del sujeto.

ÍNDICE



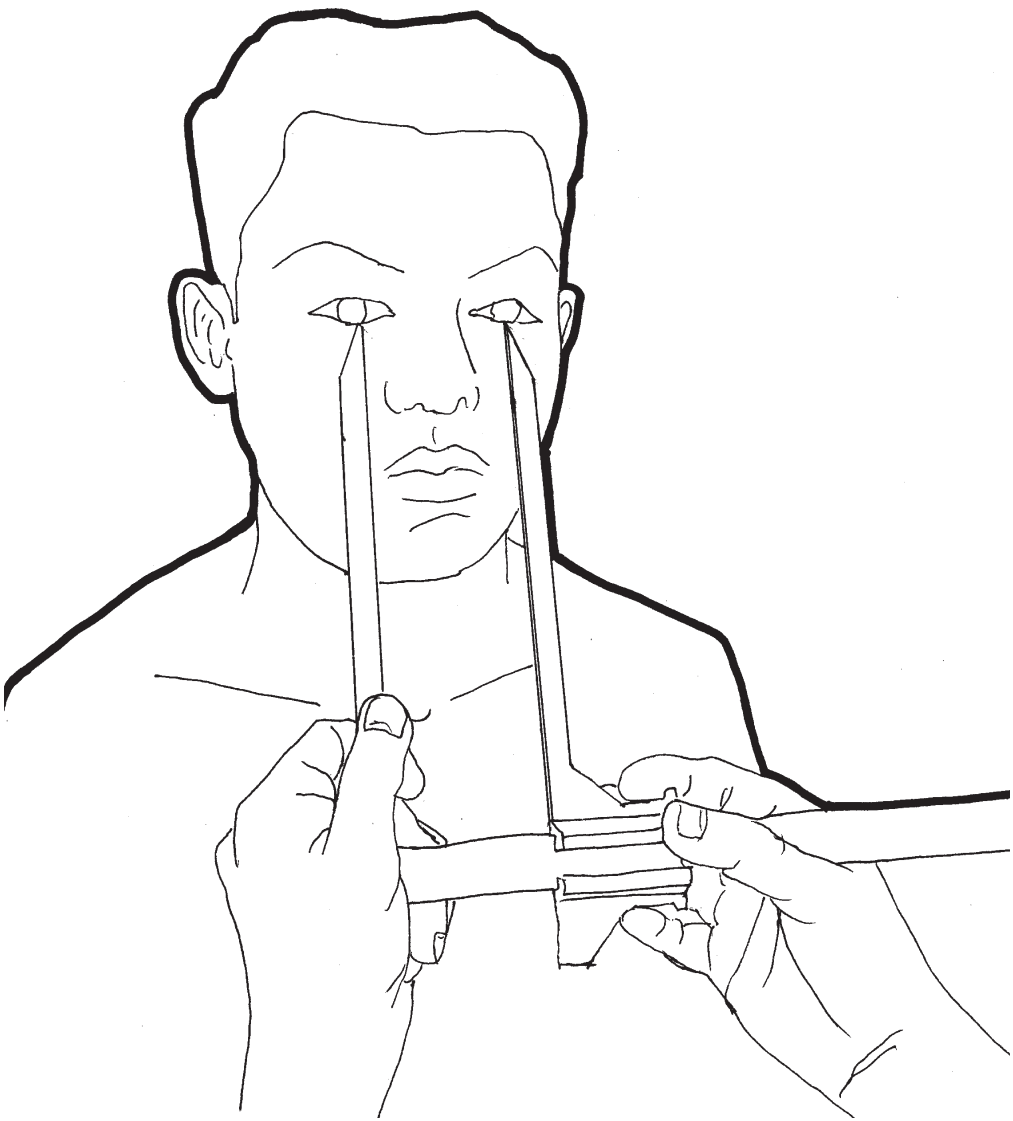
33. Ancho de comisuras internas de los ojos
Ubicación del punto: es la distancia en milímetros entre las comisuras internas de ambos ojos.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca enfrente del sujeto.

ÍNDICE



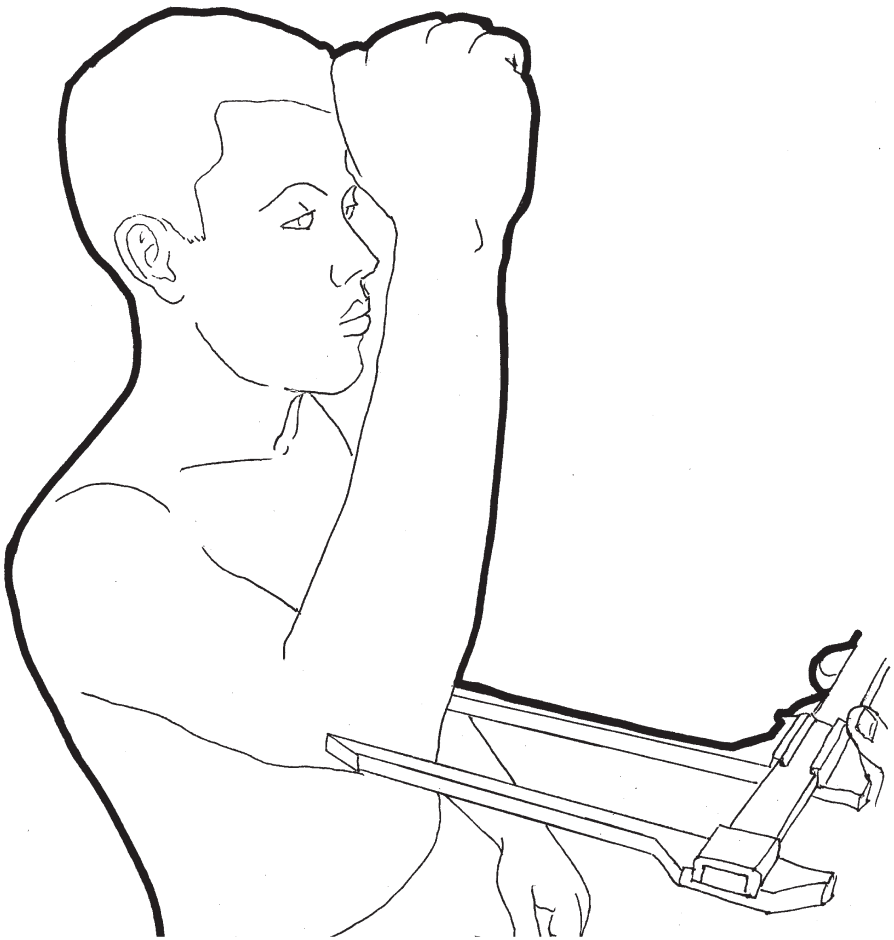
34. Ancho de comisuras externas de los ojos
Ubicación del punto: es la distancia máxima en milímetros entre las comisuras externas de ambos ojos.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca enfrente del sujeto.

ÍNDICE

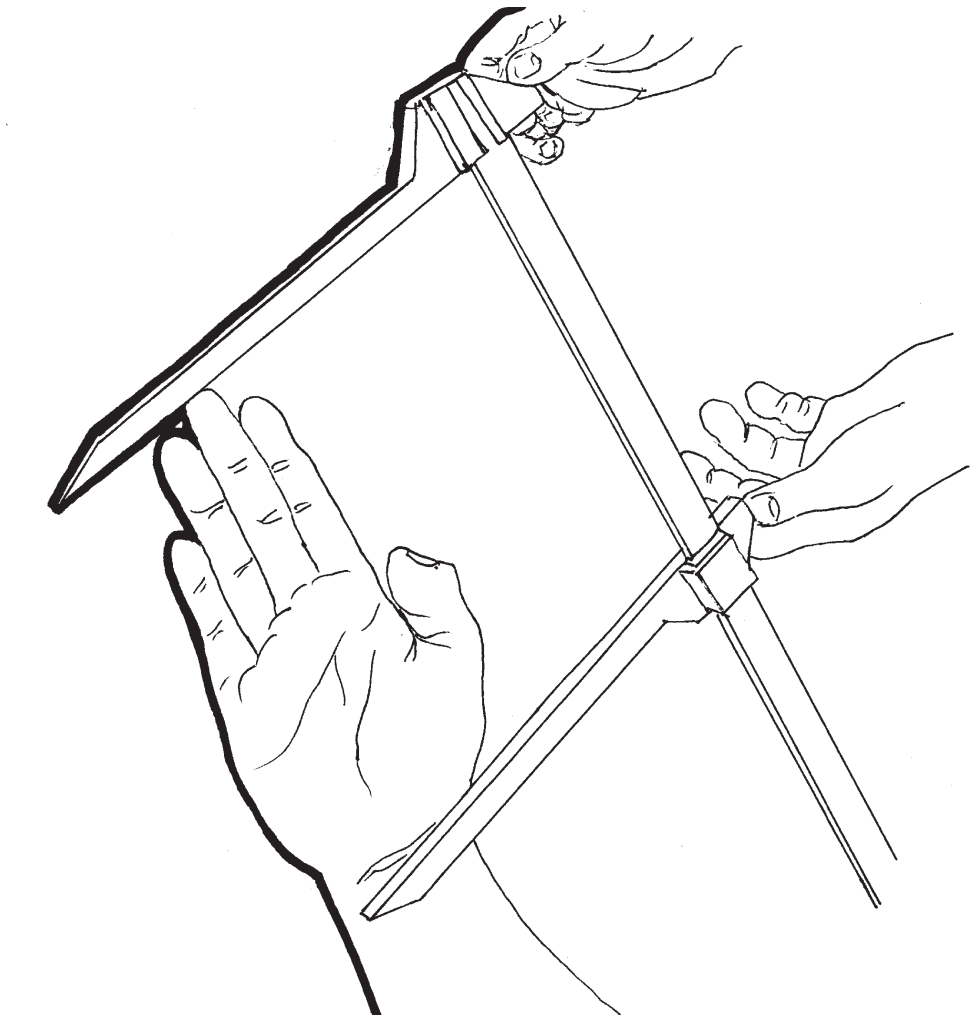


35. Ancho interpupilar
Ubicación del punto: es la distancia en milímetros entre el centro de ambas pupilas, con la mirada fija al frente.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca enfrente del sujeto.

ÍNDICE

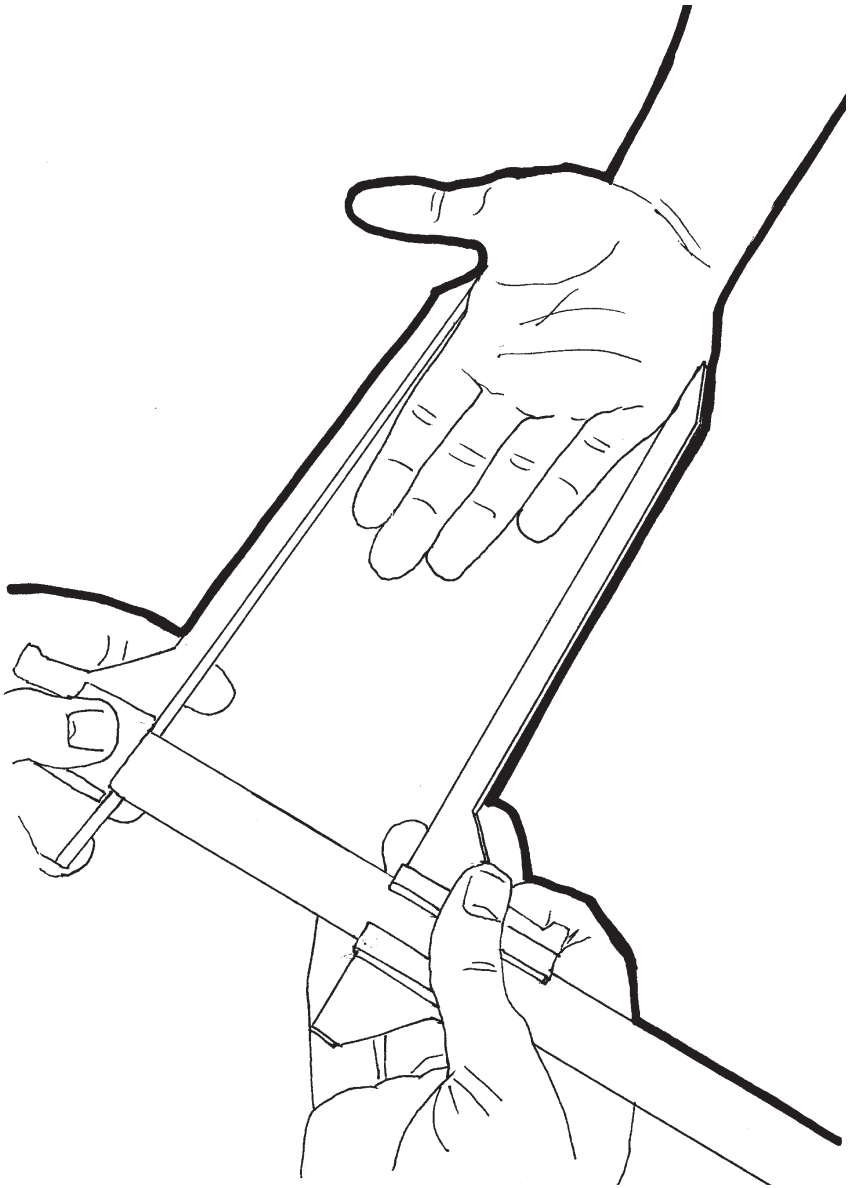


36. Ancho epicóndilo del húmero (codo)
Ubicación del punto: es la distancia en milímetros entre los cóndilos externo e interno.
Posición del sujeto: el sujeto permanece con el codo en flexión.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca enfrente del sujeto.



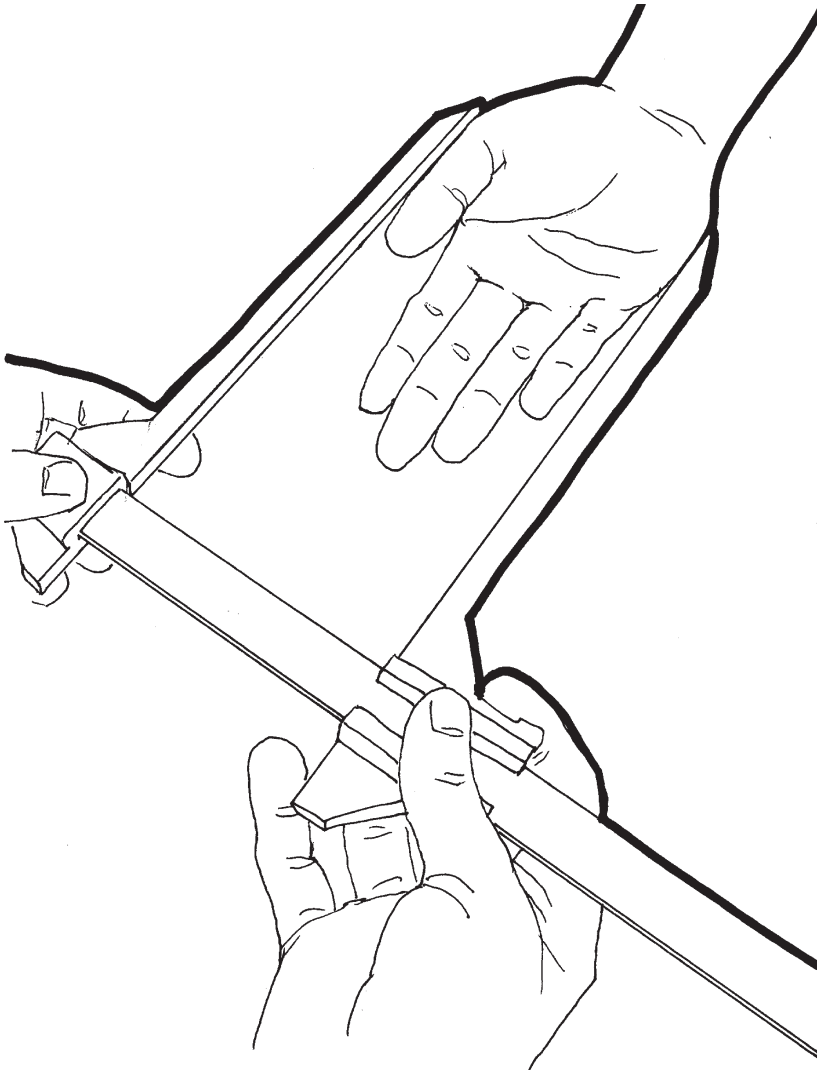
37. Largo de mano
Ubicación del punto: es la longitud máxima en milímetros entre el pliegue de la muñeca y la punta del tercer dedo o el dedo más largo.
Posición del sujeto: el sujeto permanece con la mano en posición supina.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca enfrente del sujeto.

ÍNDICE



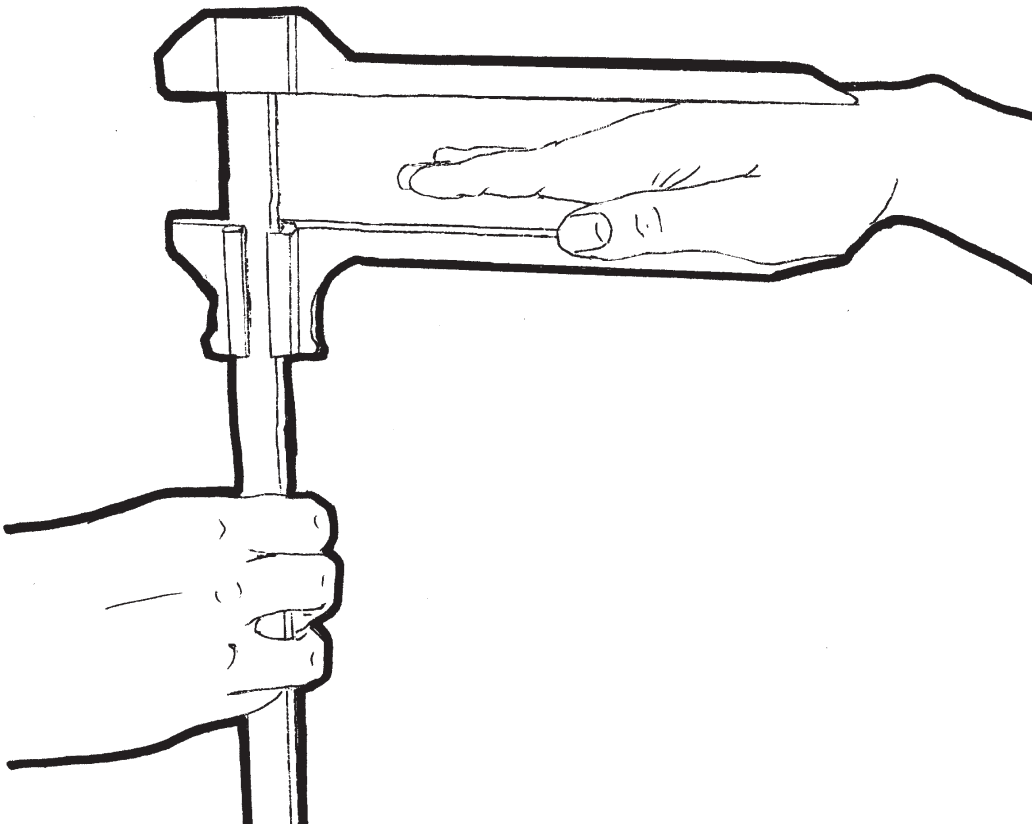
38. Ancho de mano sin pulgar
Ubicación del punto: es la distancia máxima en milímetros entre las articulaciones metacarpofalángicas del segundo al quinto dedo.
Posición del sujeto: el sujeto permanece con la mano en posición supina.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca enfrente del sujeto.

ÍNDICE



39. Ancho de mano con pulgar
Ubicación del punto: es la distancia máxima en milímetros entre las articulaciones metacarpofalángicas del primero al quinto dedo.
Posición del sujeto: el sujeto permanece con la mano en posición supina.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca enfrente del sujeto.

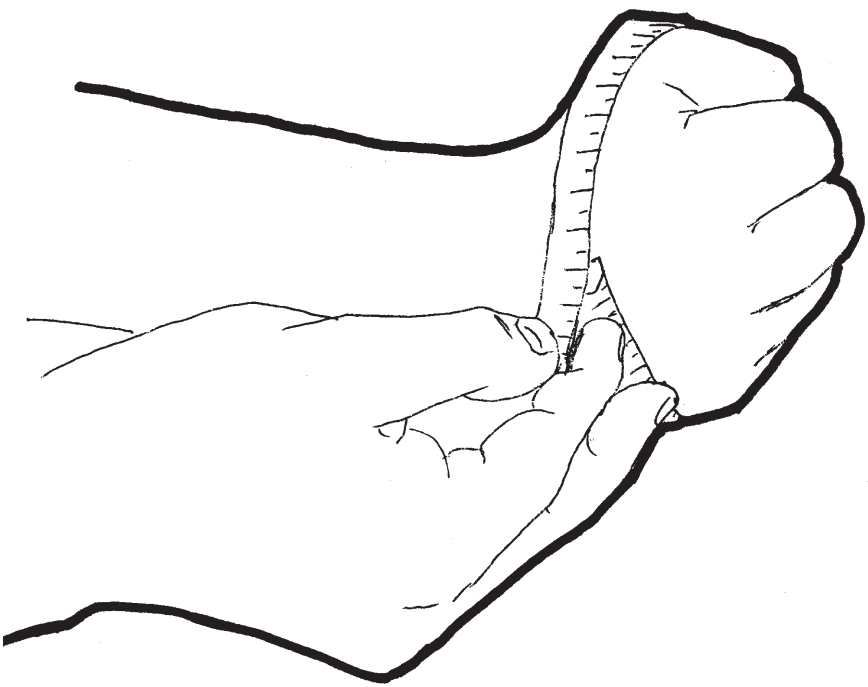
ÍNDICE



40. Altura de mano

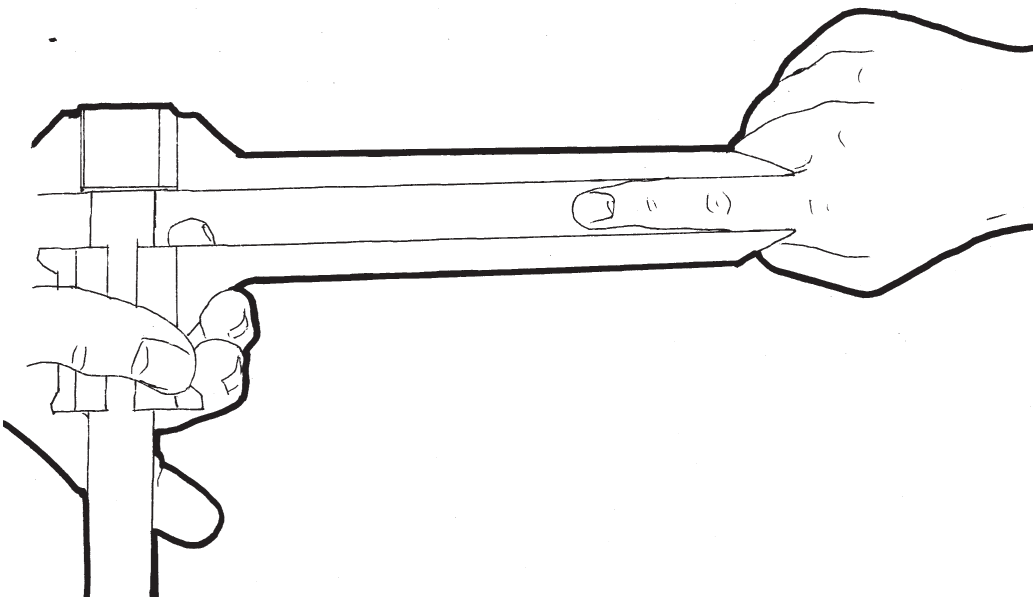
Ubicación del punto: es la longitud máxima en milímetros entre la palma y el dorso de la mano en la región metacarpiana, medida en el eje vertical.
Posición del sujeto: el sujeto permanece con la mano en posición prona.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca enfrente del sujeto.

ÍNDICE



41. Perímetro de puño
Ubicación del punto: es la circunferencia máxima de una línea que cruza a través de la cabeza del primero al quinto dedo.
Posición del sujeto: el sujeto permanece con la mano cerrada en puño.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca enfrente del sujeto.

ÍNDICE

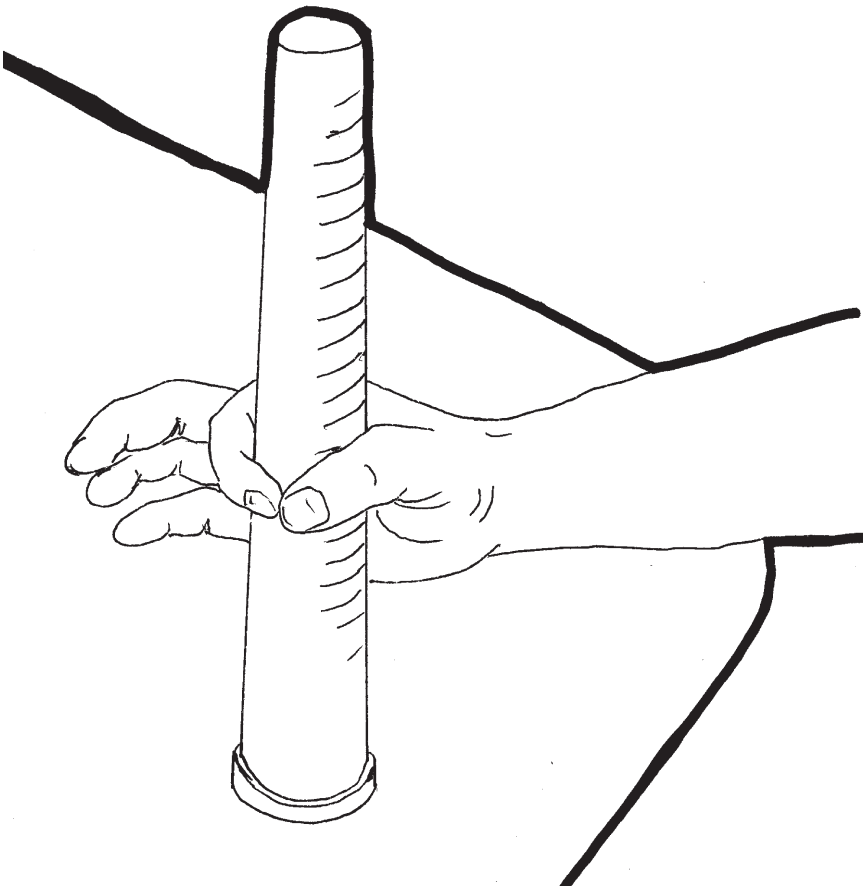


42. Diámetro de dedo índice

Ubicación del punto: es la distancia máxima en milímetros entre los bordes laterales del segundo dedo (índice).

Posición del sujeto: el sujeto permanece con el codo a 90° y se miden las articulación de la primera y segunda falanges.

Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca enfrente del sujeto.



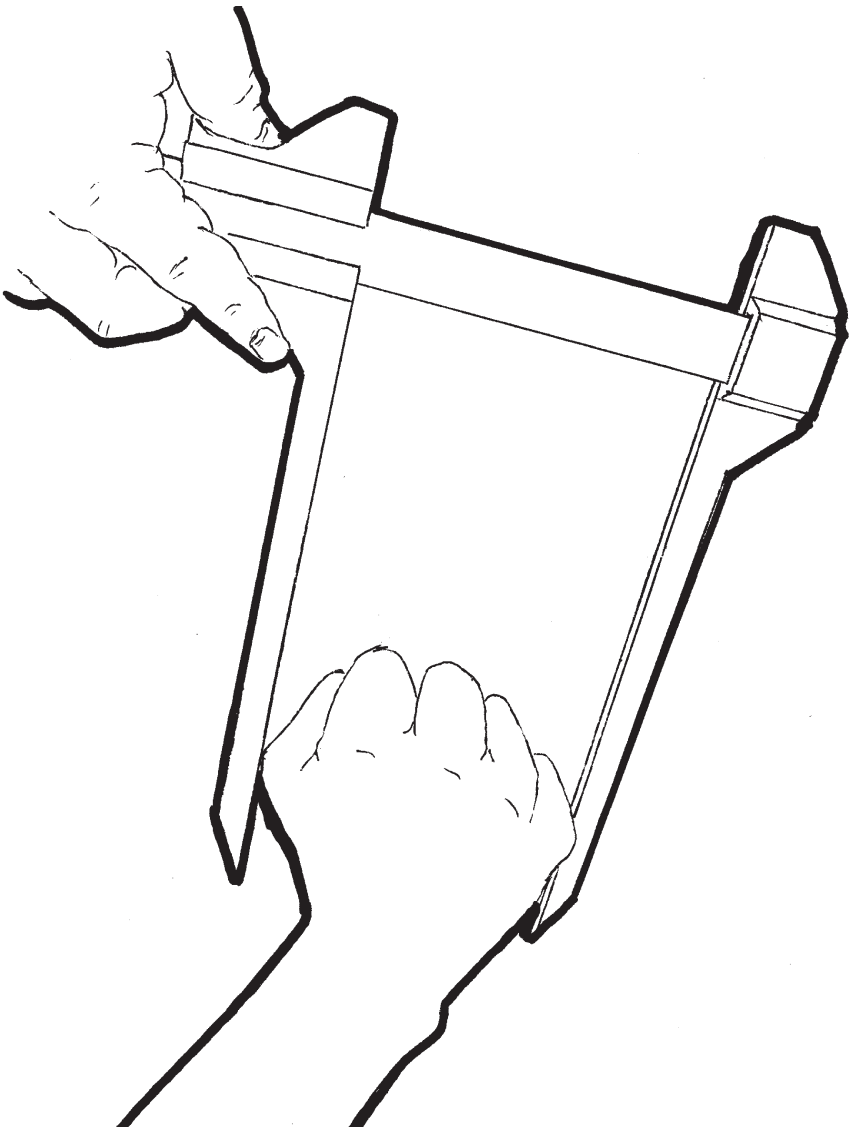
43. Diámetro de empuñadura

Ubicación del punto: es la distancia máxima en milímetros del espacio interior que se forma al flexionar el pulgar y el índice, o el medio, hasta tocar las yemas de ambos dedos.

Posición del sujeto el sujeto permanece con el codo a 90°, tomando con la mano cerrada el antropómetro de empuñadura.

Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca enfrente del sujeto.

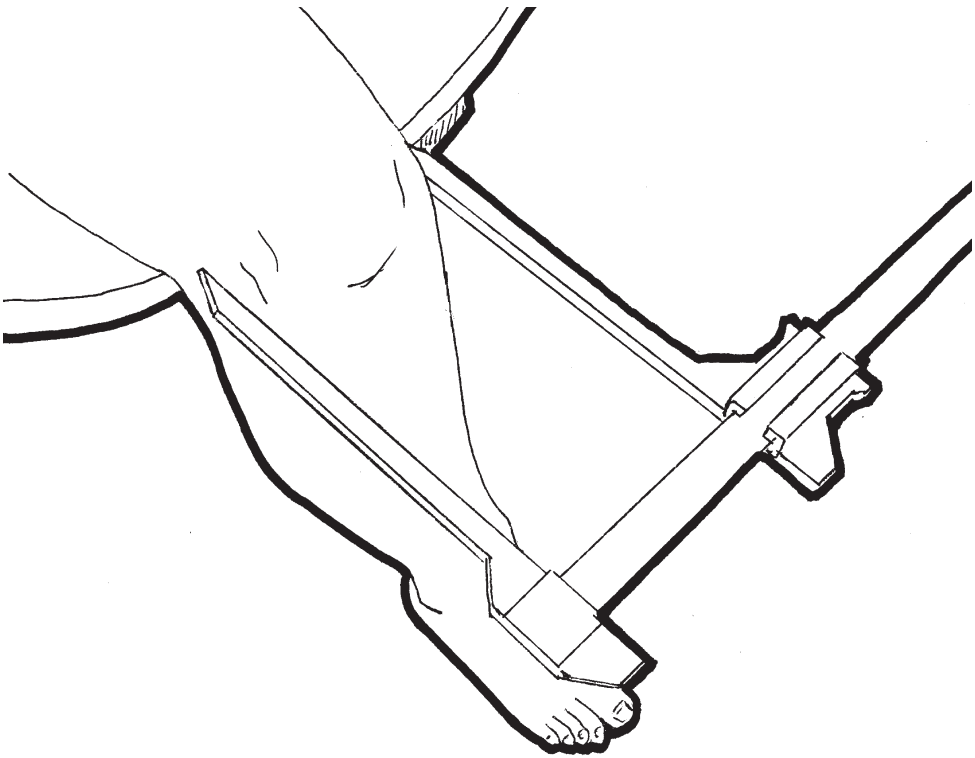
ÍNDICE



44. Diámetro de puño:
Ubicación del punto: es la distancia máxima en milímetros entre la cabeza del primer dedo y la cabeza del quinto dedo, en el puño.
Posición del sujeto el sujeto permanece con el codo a 90°, con la mano cerrada en puño.
Posición del antropometrista: El antropometrista se coloca de frente al sujeto.

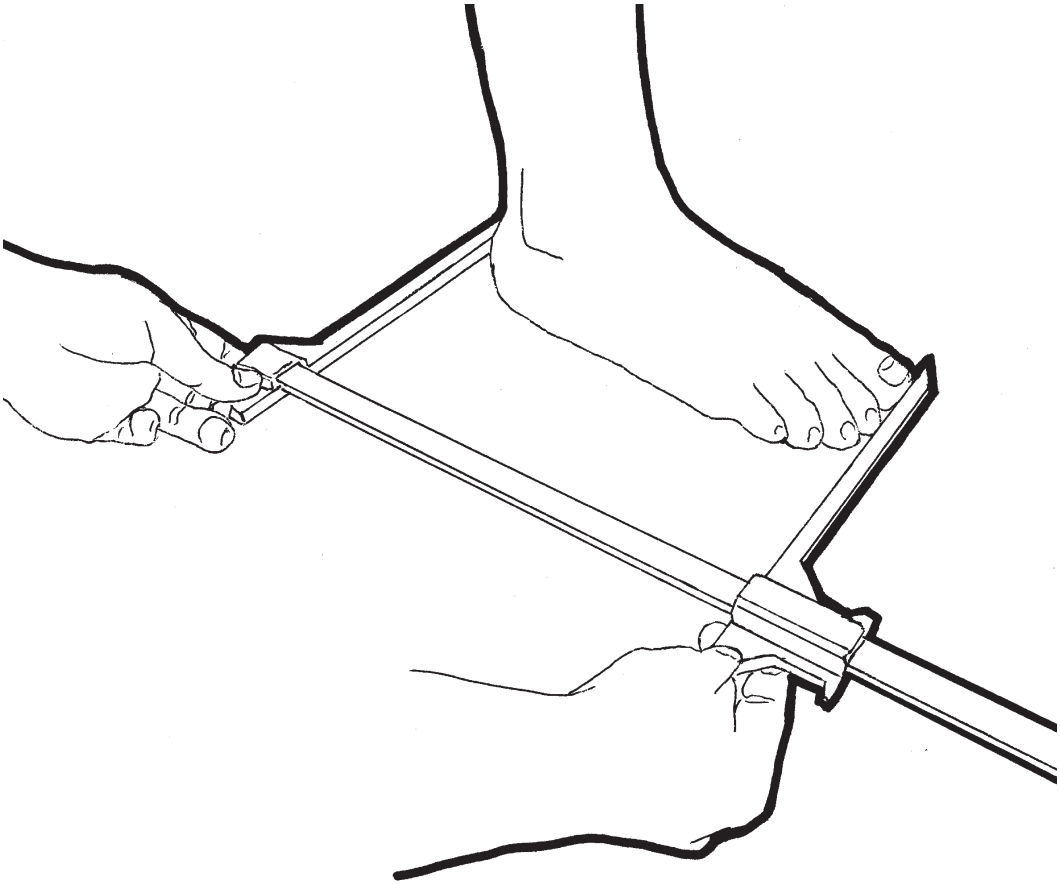
ÍNDICE

MEDIDAS DE PIES



45. Ancho de epicóndilo de fémur (rodilla)
Ubicación del punto: es la distancia máxima en milímetros entre los cóndilos externo e interno del fémur.
Posición del sujeto: el sujeto permanece sentado y con las rodillas flexionadas en ángulo recto.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca en cuclillas, de frente al pie del sujeto.

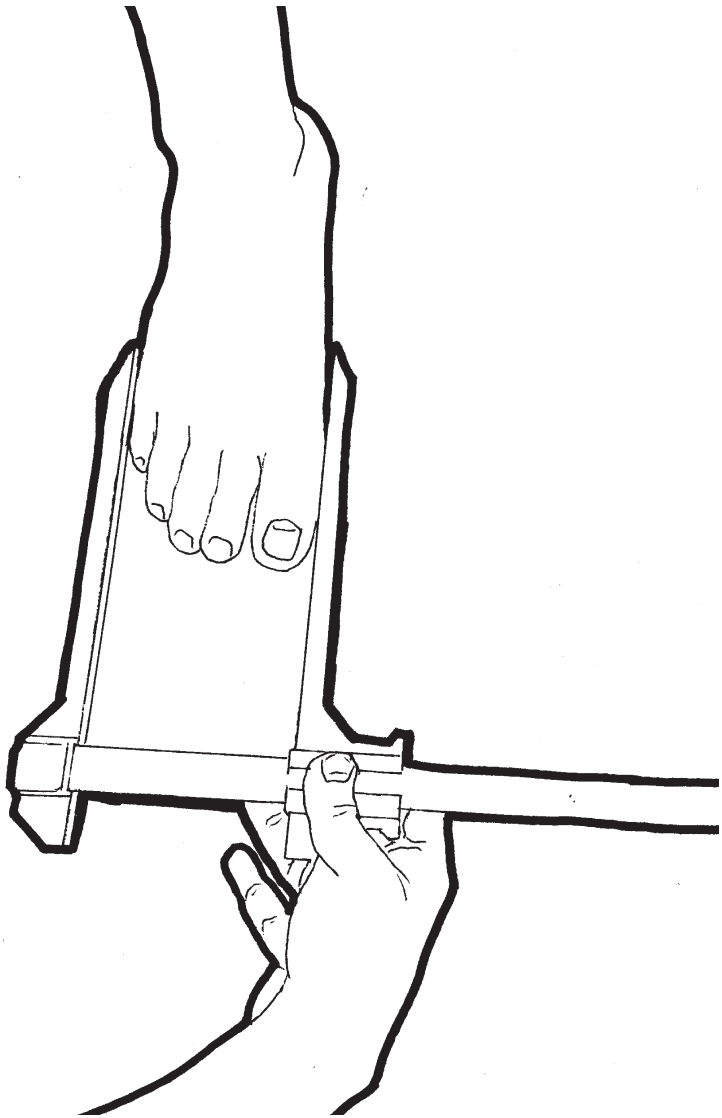
ÍNDICE



46. Largo de pie

Ubicación del punto: es la longitud máxima en milímetros desde el punto posterior más prominente del talón hasta la punta del dedo más largo del pie.
Posición del sujeto: el sujeto permanece asentando la planta del pie sobre la tabla antropométrica.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca al lado derecho del sujeto, en cuclillas.

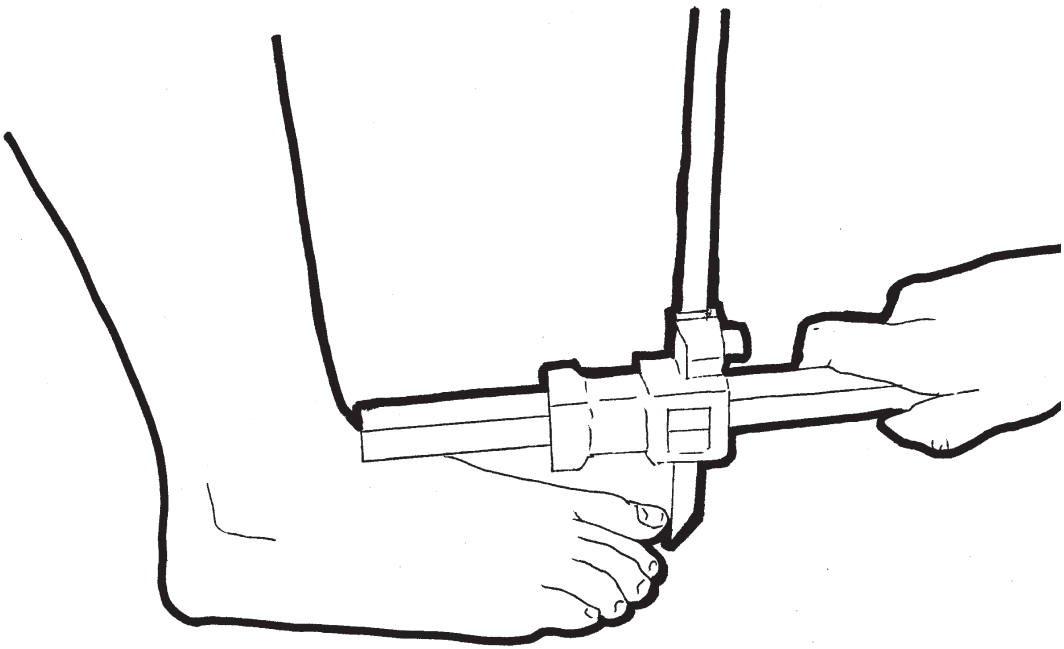
ÍNDICE



47. Ancho de pie

Ubicación del punto: es la distancia máxima en milímetros entre los bordes laterales del pie, entre las cabezas del primero y el quinto dedos.
Posición del sujeto: el sujeto permanece asentando la planta del pie sobre la tabla antropométrica.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca en cuclillas, de frente al pie del sujeto.

ÍNDICE



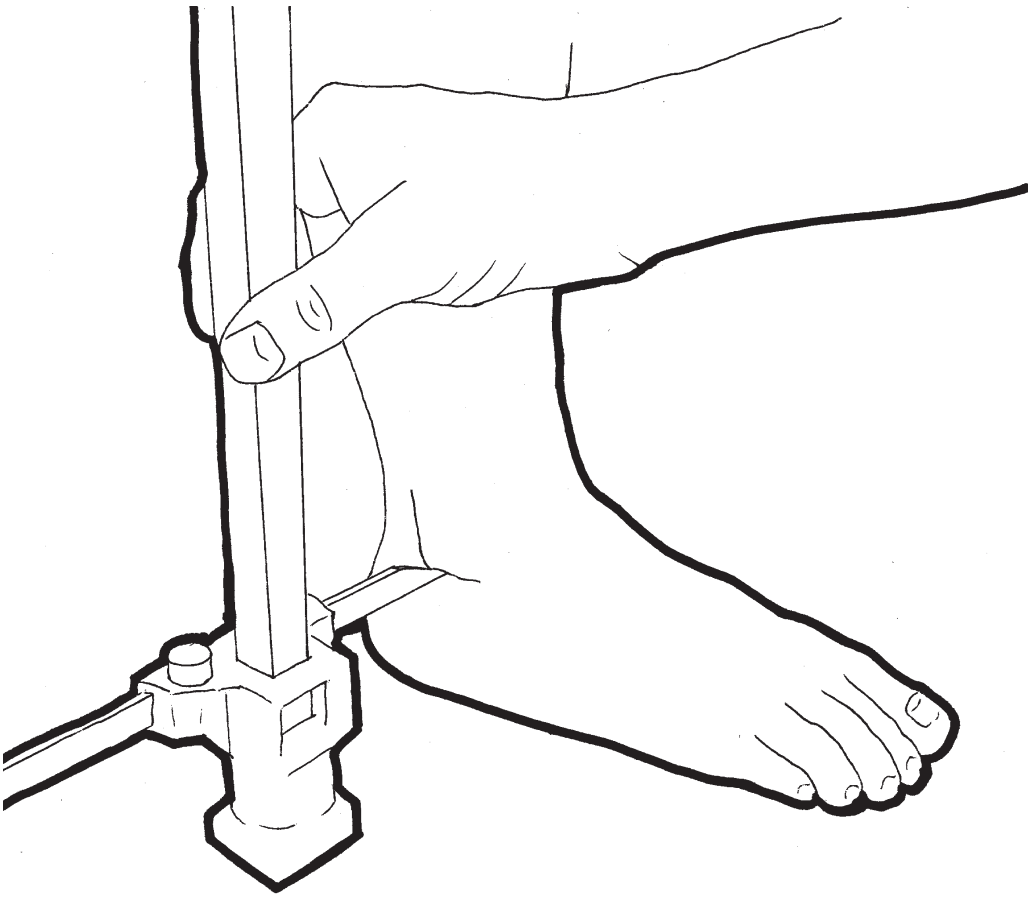
48. Largo funcional de pie

Ubicación del punto: es la longitud máxima en milímetros que hay entre el punto más cercano a la articulación tibio-tarsiana del dorso del pie y la punta del dedo más largo.

Posición del sujeto: el sujeto permanece asentando la planta del pie sobre la tabla antropométrica.

Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca en cuclillas, de frente al pie del sujeto.

ÍNDICE

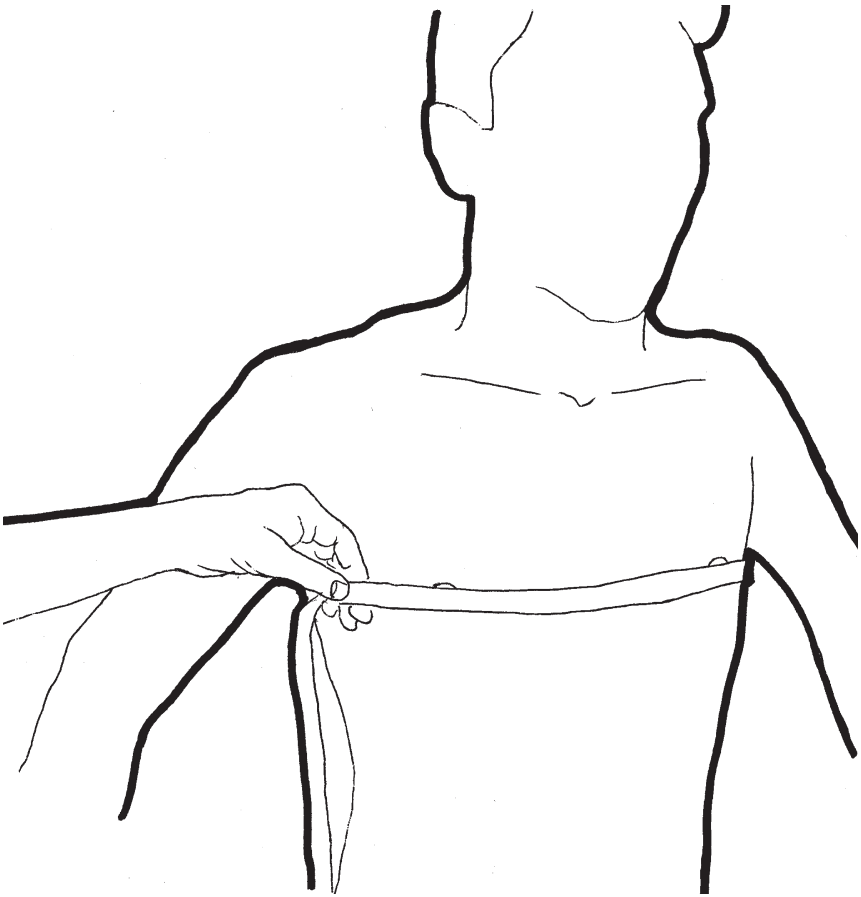


49. Altura funcional de pie

Ubicación del punto: es la altura máxima en milímetros que hay entre la planta del pie y el maléolo lateral.
Posición del sujeto: el sujeto permanece asentando la planta del pie sobre la tabla antropométrica.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca en cuclillas, de frente al pie del sujeto.

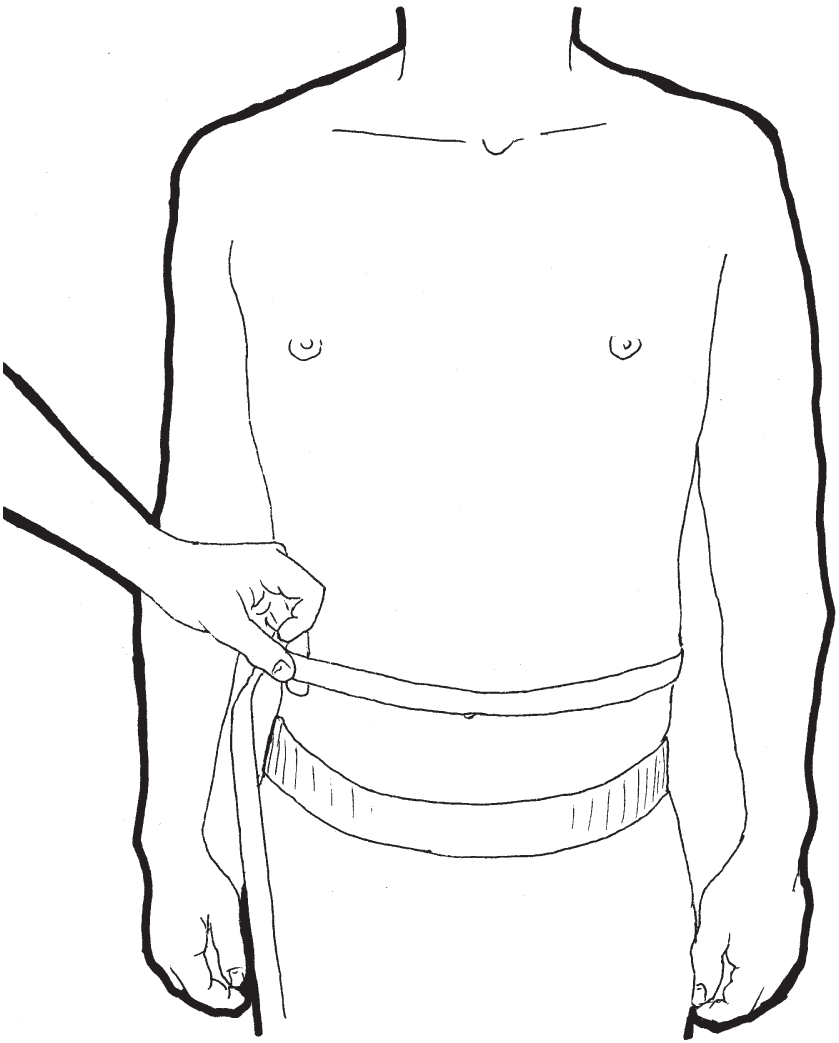
ÍNDICE

PERÍMETROS



50. Perímetro de tórax

Ubicación del punto: es la circunferencia máxima en milímetros, con el sujeto de pie en posición normal y los brazos ligeramente despegados del tronco, de una línea horizontal que pasa a través del punto mesoesternal y los pezones.
Posición del sujeto: el sujeto permanece de pie, haciendo abducción y posteriormente aducción de brazos y luego relajados, en máxima inspiración.
Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca por detrás del sujeto, ligeramente maniobrando hacia la derecha.



51. Perímetro mínimo de cintura

Ubicación del punto: es la circunferencia mínima en milímetros de una línea que pasa a través de la zona más angosta del abdomen (Frisancho AR, 1990) (Marfell - Jones M., 2001).

Posición del sujeto: con el sujeto de pie en posición normal, con los brazos ligeramente despegados del tronco.

Posición del antropometrista: el antropometrista se coloca por detrás del sujeto, ligeramente maniobrando hacia la derecha.

ÍNDICE

El instrumento básico más conocido es el antropómetro y consiste en una varilla rígida de dos metros de largo aproximadamente, con dos escalas de medición que permiten determinar las dimensiones corporales verticales, como la altura de los puntos de referencia desde el suelo o el asiento, y las dimensiones transversales, como las anchuras (Ávila, *et al*., 2001) (Figura 5).

Generalmente, la varilla puede dividirse en tres o cuatro secciones acoplables entre sí. Un accesorio deslizante con un extremo recto o curvo permite medir alturas o diámetros a partir de puntos fijos. Un estadiómetro es un antropómetro fijo, que por lo general se utiliza únicamente para medir la estatura y que se encuentra frecuentemente asociado con una báscula de escala transversal.

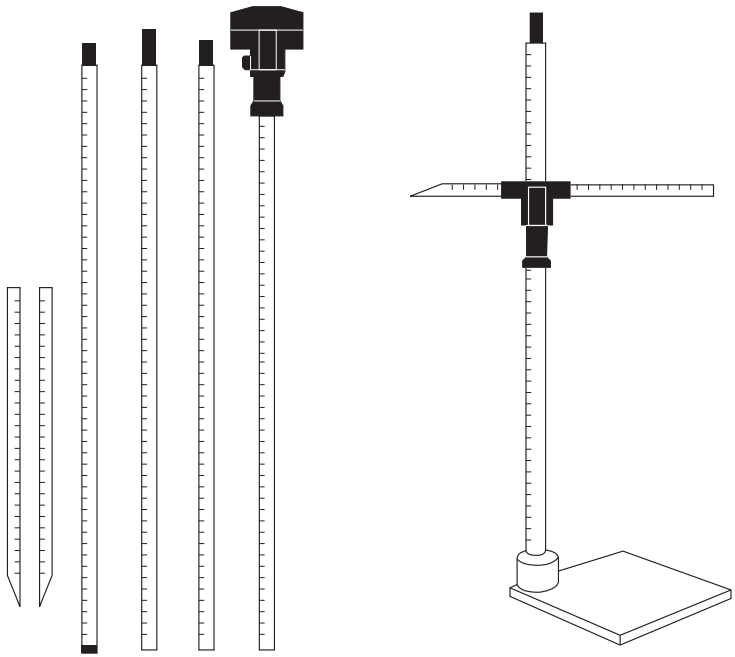


Figura 5
Antropómetro tipo Martin

Para medir los diámetros transversales pueden utilizarse distintos tipos de calibradores: los pelvímetros, para mediciones de hasta 600 mm o los cefalómetros, para medidas de hasta 300 mm. Este último es particularmente adecuado para mediciones de la cabeza cuando se utiliza junto con un compás extensible, útil también para medir segmentos como manos y pies (Figura 6).

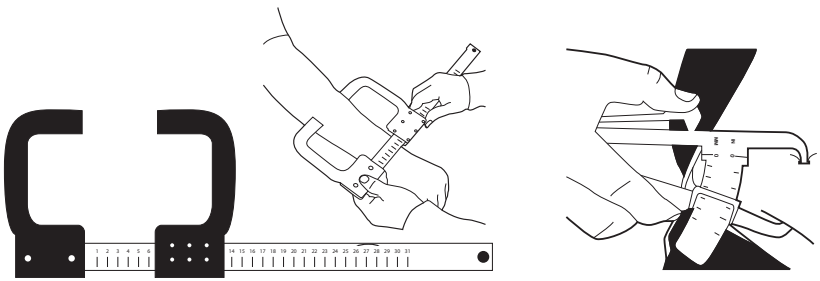


Figura 6
Calibradores y su método de empleo para medir diámetros y pliegues subcutáneos

Finalmente, otros accesorios regularmente empleados son el cono de empuñadura, el cual permite, como su nombre indica, medir el diámetro de empuñadura de mano, y la cinta métrica plana para la medición de perímetros o circunferencias (Figura 7).

A pesar de que existen instrumentos antropométricos complejos para obtener datos de forma automatizada, los instrumentos básicos son bastante simples y fáciles de utilizar. Debe tenerse mucho cuidado para evitar errores comunes, derivados de una mala interpretación de los puntos de referencia o de una postura incorrecta del sujeto.

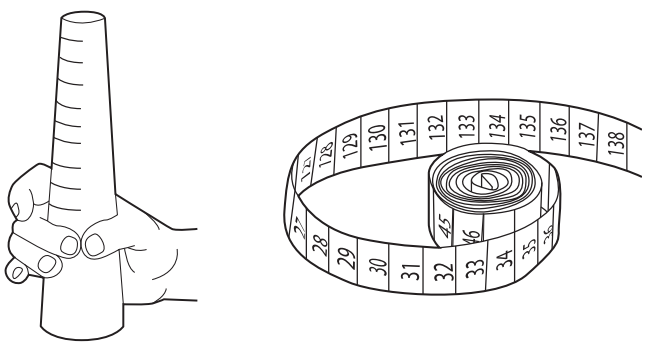


Figura 7
Cono de empuñadura (izq.) y cinta métrica plana (der.)

ÍNDICE

PRESENTACIÓN DE LOS DATOS

El cuerpo humano es el reto central de todo diseñador industrial. Conocer su complejo mecanismo, adentrarse en sus estructuras hueso a hueso, ligamento a ligamento y medir su potencial de movimientos en su muy personal entorno, hacen de la antropometría una disciplina fascinante y un descubrimiento constante de ese potencial intrínseco desarrollado por la humanidad desde que dejó su identidad de hábil cuadrúpedo y se irguió en dos pies, para iniciar el camino que lo llevaría a descubrir el mundo existente y a crear, a su medida, el suyo; del *Homo habilis* al *Homo sapiens*.

La primordial función del diseño es la creación de un mundo armónico entre el ser humano y los objetos que circundan su existencia en todas las etapas de la vida, aun antes de nacer, porque la madre embarazada ya requiere objetos que hagan confortable su estado, así como en la plenitud o en el ocaso de la vida, la ergonomía tiene un muy importante papel. Crear en clave de ergonomía es adaptar el mundo al humano para adaptar el humano a su mundo.

En esta publicación hemos seguido las huellas de sus brillantes investigaciones basadas en el conocimiento del cuerpo humano, para establecer datos con bases científicas y reglas tan "áureas" como las de Leonardo en sus medidas sobre el hombre.

Los datos contenidos en este manual son el resultado de diversas investigaciones antropométricas llevadas a cabo de 2008 a 2011 en poblaciones de adultos de ambos sexos. La distribución geográfica de los individuos incluidos en estas muestras, de acuerdo con el lugar de nacimiento manifestado, comprenden los estados de Tamaulipas, Veracruz, San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala, Estado de México, Distrito Federal, Michoacán, Puebla, Morelos, Oaxaca, Tabasco, Chiapas y Campeche.

En esta publicación se incluyeron 51 parámetros antropométricos, los cuales representan la información más utilizada para la mayoría de

los proyectos del diseño industrial. Cada parámetro aparece en una tabla con sus datos respectivos, tanto para mujeres como para hombres adultos y se indica, además, la información estadística relevante de cada uno:

- Número de sujetos medidos (N)
- Valor de la media
- Desviación estándar
- Coeficiente de variabilidad en porcentaje
- Valor mínimo observado en la muestra
- Valor máximo observado en la muestra
- 5°, 50° y 95° percentiles.

Un objetivo importante de esta publicación es su fácil lectura y comprensión mediante viñetas que muestren ejemplos de la aplicación de los datos en situaciones reales. Estos apoyos visuales ilustran claramente el uso práctico de los parámetros antropométricos y facilitarán al diseñador su implementación.

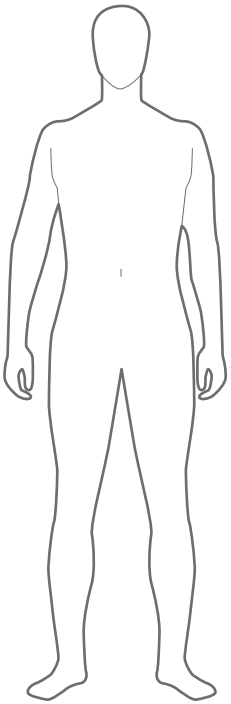
ÍNDICE

MEDIDAS GENERALES

ÍNDICE

PESO

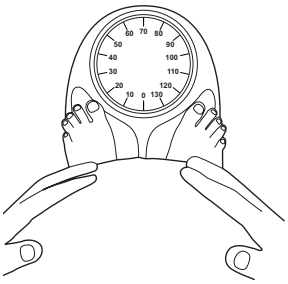
Peso en kilogramos con el sujeto de pie, medido con báscula, con un mínimo de ropa y sin objetos personales. Para peso mínimo se recomienda tomar el 95° percentil como referencia.



N	6797	1392
Media	78.9	64.6
Desviación estándar	14.4	12
Coeficiente de variabilidad (%)	18.2	18.6
Valor máximo	172	120
Valor mínimo	39.5	33
5°	55.3	44.9
50°	79	64.6
95°	102.6	84.4

Aparatos de ejercicio

Mobiliario



Báscula

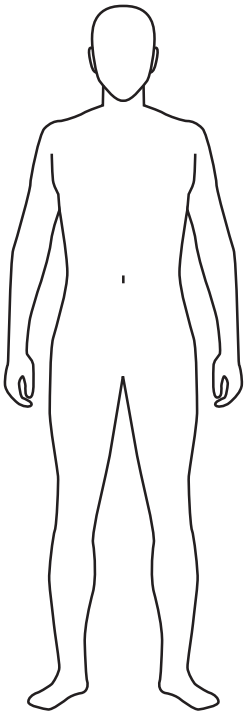
ÍNDICE

ÍNDICE DE MASA CORPORAL

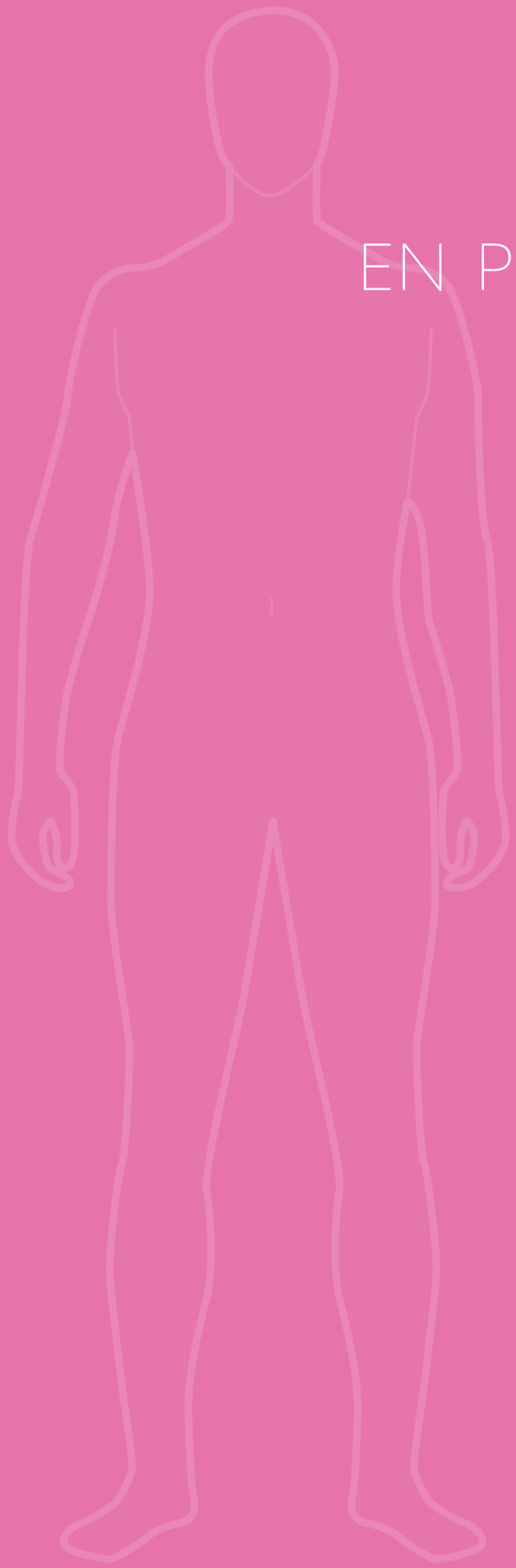
El índice de masa corporal (IMC) es una medida que asocia el peso y la talla de un individuo. Fue creada por el estadístico belga L. A. J. Quetelet, por lo que también se conoce como índice de Quetelet.

IMC = Peso (kg) / Estatura (m)

IMC < 20	Bajo de peso
IMC 20 - 25	Normal
IMC 25 - 30	Sobrepeso
IMC 30 - 35	Obesidad grado I
IMC 35 - 40	Obesidad grado II
IMC > 40	Obesidad grado III (mórbido)



N	6791	1391
Media	28.1	27.2
Desviación estándar	14.4	12
Coeficiente de variabilidad (%)	4.4	4.7
Valor máximo	49.9	51.4
Valor mínimo	14.7	16.1
5°	20.8	19.5
50°	28.1	27.2
95°	35.3	35

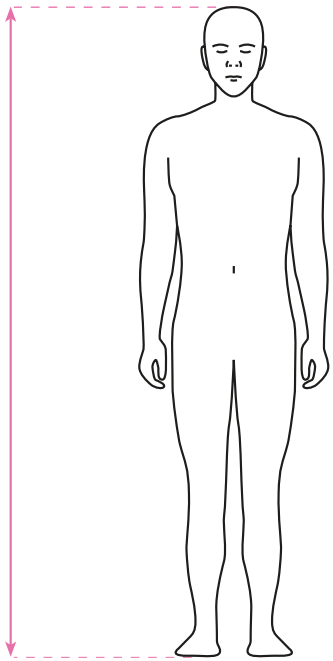


DIMENSIONES EN POSICIÓN DE PIE

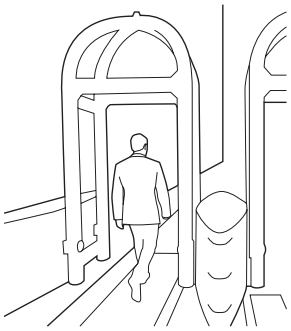
ÍNDICE

ESTATURA

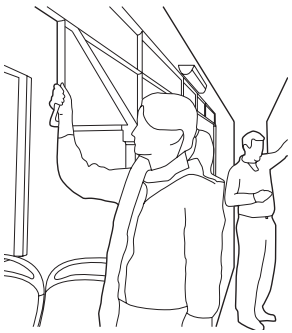
Sujeto parado en posición normal, con la cabeza en el plano de Frankfort. Con el antropómetro se mide la distancia del suelo al vértex (punto más alto de la cabeza en el plano sagital).



N	6793	1385
Media	1675	1542
Desviación estándar	66	61
Coeficiente de variabilidad (%)	3.9	4
Valor máximo	1960	1776
Valor mínimo	1430	1390
5°	1566	1441
50°	1675	1542
95°	1783	1642



Altura en accesos

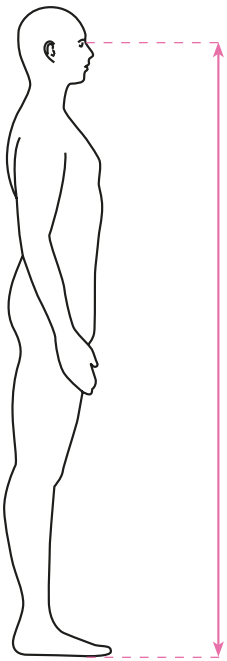


Altura de pasamanos en transporte

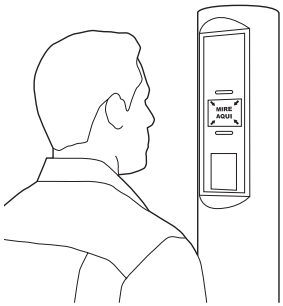
Altura mínima de accesos restringidos

ALTURA DE OJOS

Sujeto en posición normal, con la cabeza en el plano de Frankfort. Se mide con el antropómetro la distancia del suelo al centro de la pupila con el sujeto mirando al frente.



N	6782	1361
Media	1558	1433
Desviación estándar	65	57
Coeficiente de variabilidad (%)	4.2	3.9
Valor máximo	1776	1648
Valor mínimo	1307	1118
5°	1452	1340
50°	1556	1433
95°	1664	1527



Altura de visores para escaneo de retina

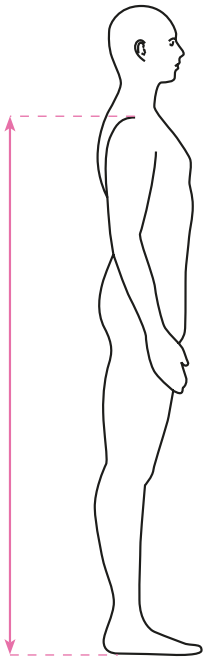
Altura de señalización

Altura de controles y botones

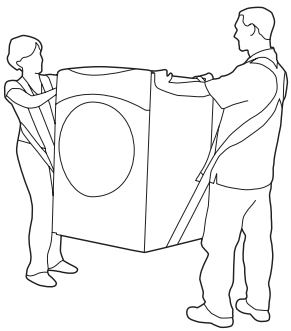
ÍNDICE

ALTURA DE HOMBROS

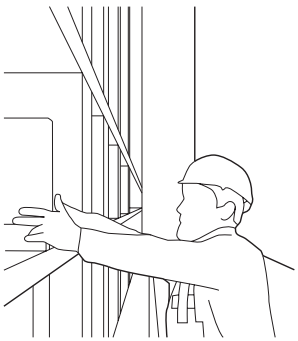
Es la longitud máxima en milímetros, con el sujeto de pie, tomada desde el punto acromial (punto más lateral de la superficie de la escápula) al suelo. Para determinar la altura máxima, se debe usar el 5° percentil como referencia.



N	6777	1384
Media	1384	1265
Desviación estándar	63	57
Coeficiente de variabilidad (%)	4.5	4.5
Valor máximo	1590	1648
Valor mínimo	1030	1118
5°	1280	1172
50°	1384	1265
95°	1488	1359



Arneses de carga



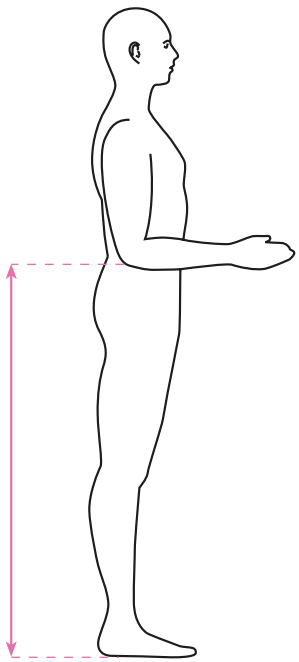
Altura máxima de carga

Altura de perillas

ÍNDICE

ALTURA DE CODO FLEXIONADO

Es la longitud máxima en milímetros, con el sujeto de pie, tomada desde el punto radial (borde inferior del codo) al piso. Para determinar la altura máxima se debe utilizar el 5° percentil como referencia.



N	2423	1360
Media	1059	971
Desviación estándar	47	39
Coeficiente de variabilidad (%)	4.5	4
Valor máximo	1240	1118
Valor mínimo	875	876
5°	981	907
50°	1059	971
95°	1137	1035

Mesas altas de trabajo

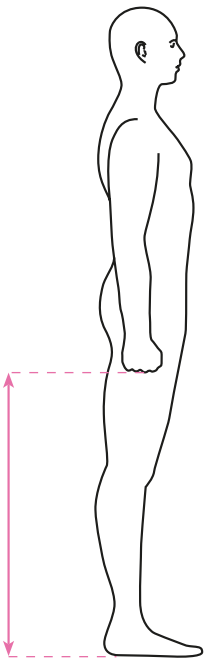
Altura de páneles de control

Altura de manubrio en carreolas

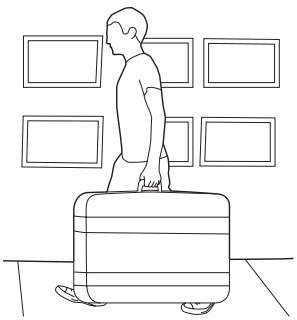
ÍNDICE

ALTURA DE NUDILLOS

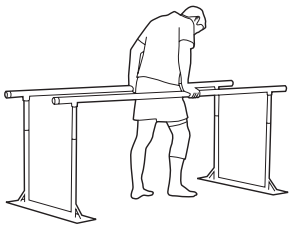
Es la longitud máxima en milímetros, con el sujeto de pie y la mano empuñada, del nudillo del dedo medio hasta el suelo. Para determinar la altura mínima se debe utilizar el 95° percentil como referencia.



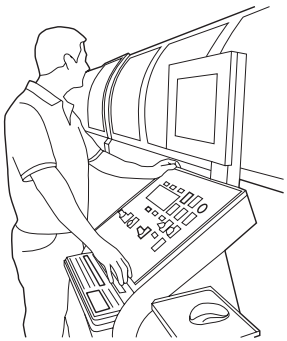
N	6776	1355
Media	731	672
Desviación estándar	42	32
Coeficiente de variabilidad (%)	5.8	4.8
Valor máximo	971	780
Valor mínimo	584	593
5°	662	618
50°	731	672
95°	800	725



Altura de maletas y maletines



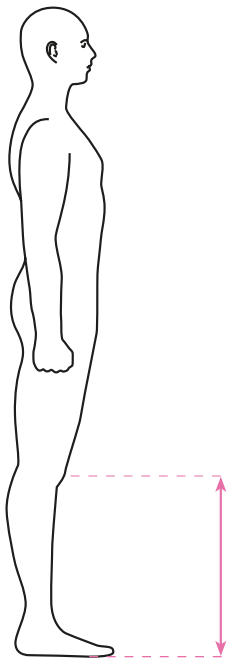
Altura mínima en elementos de sujeción, como barras paralelas de terapia



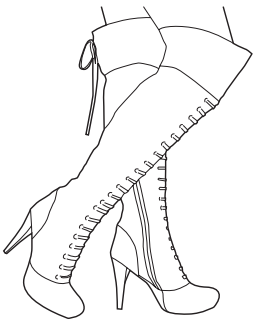
Altura mínima de controles en puestos de trabajo

ALTURA DE RODILLA

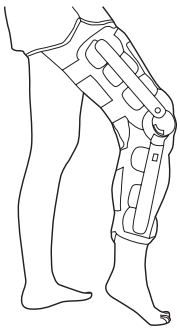
Es la longitud máxima en milímetros, con el sujeto de pie, desde el punto rodilla (unión de una línea transversa de los puntos tibial medial y lateral) al suelo. Para determinar la altura mínima se debe utilizar el 95° percentil como referencia.



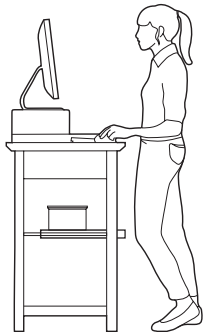
N	2443	1349
Media	478	439
Desviación estándar	27	18
Coeficiente de variabilidad (%)	5.7	4.2
Valor máximo	540	506
Valor mínimo	379	363
5°	433	409
50°	478	439
95°	522	469



Diseño de botas



Ortesis post operatorias

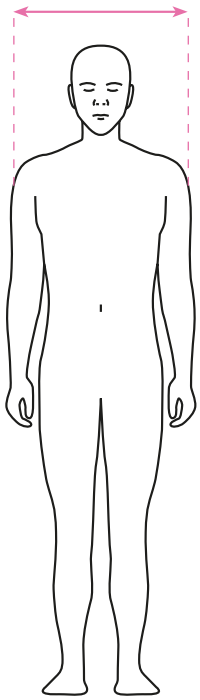


Altura de entrepaños en estaciones de trabajo de pie

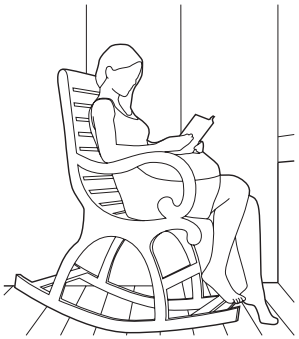
ÍNDICE

ANCHO BIDELTOIDEO

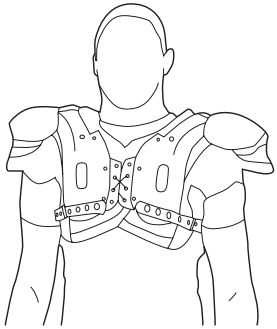
Es la distancia máxima en milímetros, con el sujeto de pie, entre los puntos localizados entre deltoides izquierdo y derecho. Para determinar el ancho mínimo se debe utilizar el 95° percentil como referencia.



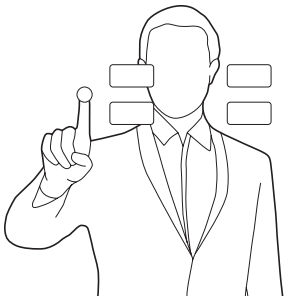
N	6780	1387
Media	418	304
Desviación estándar	48	19
Coeficiente de variabilidad (%)	11.4	6.1
Valor máximo	667	391
Valor mínimo	286	251
5°	340	273
50°	418	304
95°	497	334



Mobiliario con respaldo alto



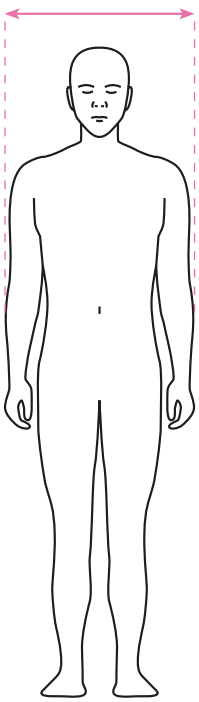
Ropa y equipo de protección personal



Posición óptima de controles y botones de operación continua

ANCHO MÁXIMO DE CUERPO

Es la distancia máxima en milímetros, con el sujeto de pie, entre los puntos izquierdo y derecho más anchos del cuerpo (hombros, codos o muñecas). Para determinar el ancho mínimo se debe utilizar el 95° percentil como referencia.



N	6781	1374
Media	533	474
Desviación estándar	62	51
Coeficiente de variabilidad (%)	11.7	10.7
Valor máximo	775	630
Valor mínimo	327	358
5°	431	390
50°	533	474
95°	635	558

Circulaciones y pasillos

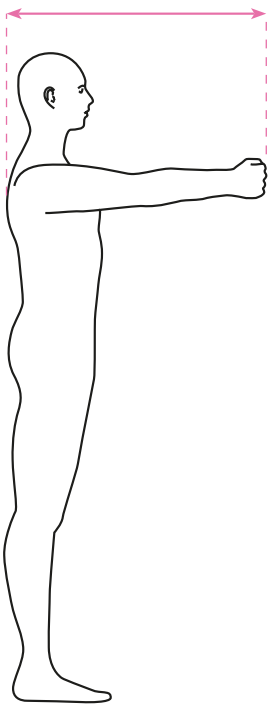
Accesos y circulaciones en vehículos

Espacio de circulación entre góndolas en tiendas departamentales

ÍNDICE

ALCANCE FRONTAL FUNCIONAL

Es la longitud máxima en milímetros, con el sujeto de pie, con el brazo extendido al frente, entre la espalda y el nudillo del dedo medio. Para determinar la distancia máxima se utiliza el 5° percentil como referencia.



N	6781	1338
Media	677	583
Desviación estándar	70	26
Coeficiente de variabilidad (%)	10.4	4.5
Valor máximo	860	687
Valor mínimo	428	530
5°	562	539
50°	677	583
95°	792	626

Límite máximo del espacio de trabajo

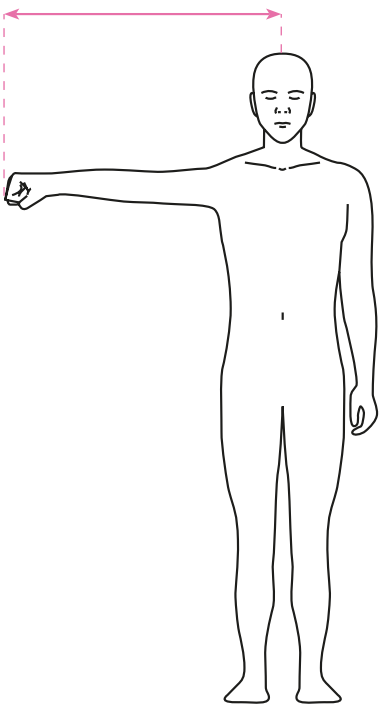
Escritorio y mesas de trabajo

Ubicación máxima de botones y controles

ÍNDICE

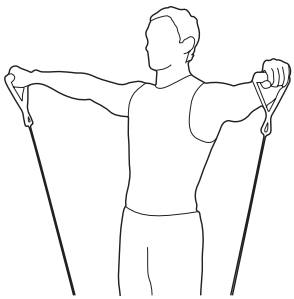
ALCANCE LATERAL FUNCIONAL

Es la longitud máxima en milímetros con el sujeto de pie, con el brazo en abducción lateral, entre el hueco supraesternal (plano sagital) y el nudillo del dedo medio. Para determinar la distancia máxima se utiliza el 5° percentil como referencia.

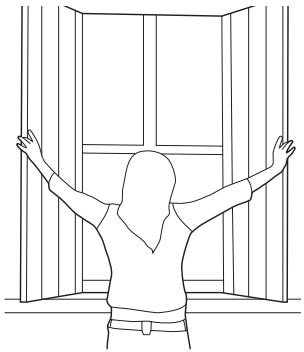


N	3974	1355
Media	733	573
Desviación estándar	70	28
Coeficiente de variabilidad (%)	9.6	4.8
Valor máximo	891	670
Valor mínimo	632	515
5°	618	527
50°	733	573
95°	849	618

Límite máximo lateral en espacios de trabajo



Ubicación máxima para manipulación de objetos

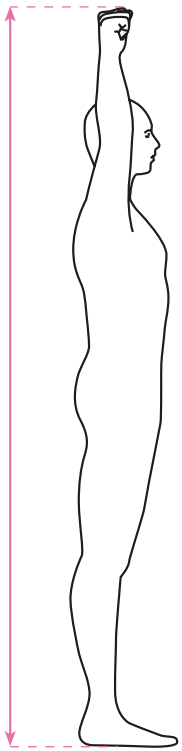


Apertura de ventanas, cortinas y puertas deslizables

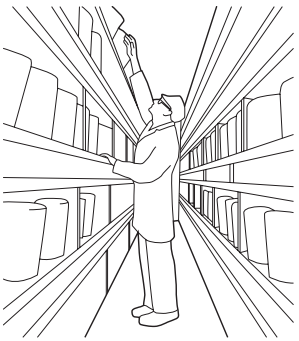
ÍNDICE

ALCANCE VERTICAL FUNCIONAL

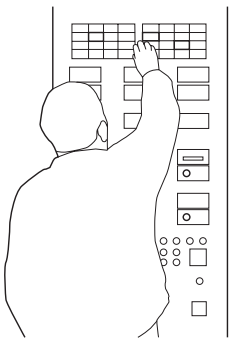
Es la longitud máxima en milímetros, con el sujeto de pie, con el brazo derecho elevado y la mano empuñada, del nudillo del dedo medio al suelo. Para determinar la distancia máxima se utiliza el 5° percentil como referencia.



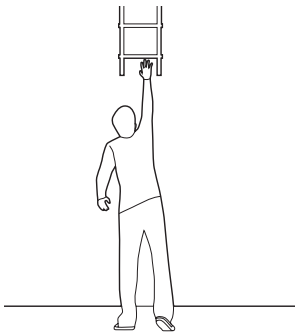
N	6708	1321
Media	1977	1849
Desviación estándar	112	77
Coeficiente de variabilidad (%)	5.7	4.2
Valor máximo	2500	2098
Valor mínimo	1654	1701
5°	1793	1722
50°	1977	1849
95°	2161	1976



Altura de estantería y mobiliario



Altura de botones en páneles de control



Altura de escaleras de emergencia

PROFUNDIDAD DE TÓRAX

Es la distancia máxima en milímetros, con el sujeto de pie, entre el punto mesoesternal (pecho) y la espina vertebral correspondiente (espalda). Para determinar la distancia mínima se utiliza el 95° percentil como referencia.

N	4342	1371
Media	228	209
Desviación estándar	24	24
Coeficiente de variabilidad (%)	10.4	11.4
Valor máximo	366	329
Valor mínimo	106	165
5°	189	170
50°	228	210
95°	267	249

Espacios confinados (elevadores)

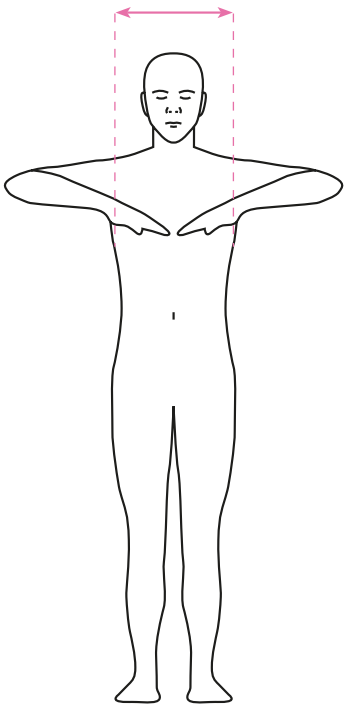
Acceso mínimo para mantenimientos

Chaleco de montaña rusa

ÍNDICE

ANCHO DE TÓRAX

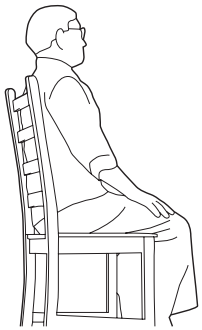
Es la distancia máxima en milímetros, de la parte más ancha de la caja torácica a la altura de los pezones. Para determinar el ancho mínimo se utiliza el 95° percentil como referencia.



N	4254	1338
Media	324	300
Desviación estándar	27	26
Coeficiente de variabilidad (%)	8.4	8.7
Valor máximo	523	429
Valor mínimo	270	255
5°	280	257
50°	325	300
95°	369	343

Arneses de seguridad

Ancho mínimo entre máquinas

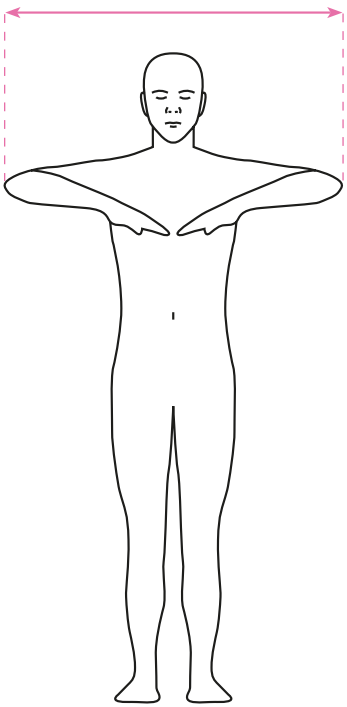


Ancho mínimo de respaldos

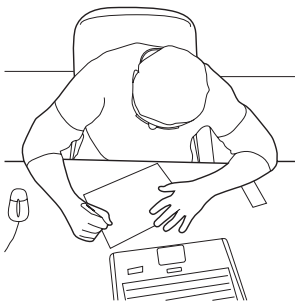
ÍNDICE

DISTANCIA CODO - CODO

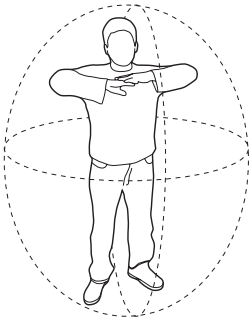
Es la distancia máxima en milímetros, con el sujeto de pie normal, levantando los brazos lateralmente y con los antebrazos flexionados al frente, entre los puntos más distantes de los codos. Para determinar la distancia mínima se utiliza el 95° percentil como referencia.



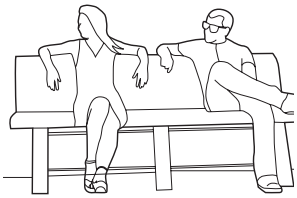
N	973	1378
Media	876	806
Desviación estándar	54	50
Coeficiente de variabilidad (%)	6.2	6.2
Valor máximo	998	803
Valor mínimo	705	649
5°	801	724
50°	877	806
95°	951	888



Espacio óptimo de trabajo



Espacio mínimo personal

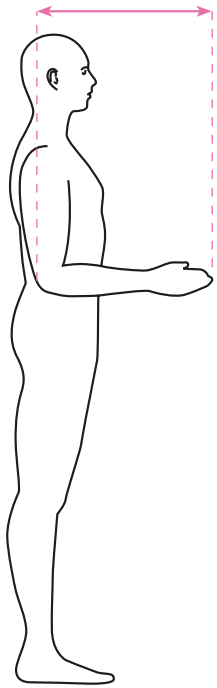


Espacio mínimo entre dos personas (pasillos)

ÍNDICE

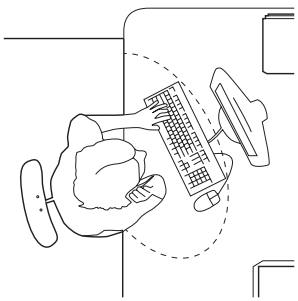
DISTANCIA CODO - DEDO MEDIO

Es la longitud máxima en milímetros, con el sujeto parado en posición normal, los brazos caidos libremente y con el antebrazo flexionado hacia el frente a 90° en relación al brazo, entre el punto acromial y el borde inferior del codo derecho. Para determinar la distancia máxima se utiliza el 5° percentil como referencia.

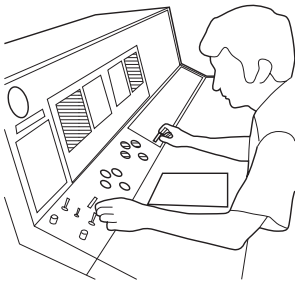


N	4355	1382
Media	455	401
Desviación estándar	24	21
Coeficiente de variabilidad (%)	5.3	5.2
Valor máximo	538	469
Valor mínimo	327	343
5°	420	367
50°	455	401
95°	491	436

Largo de descansabrazos



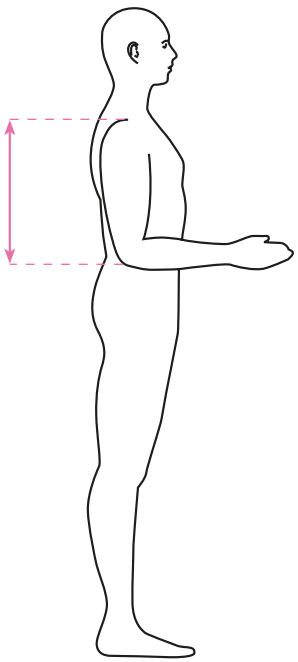
Distancia óptima en área de trabajo



Posición óptima de botones y controles

DISTANCIA HOMBRO - CODO

Es la longitud máxima en milímetros, con el sujeto parado en posición normal, los brazos caidos libremente y con el antebrazo flexionado hacia el frente a 90° en relación al brazo, entre el punto acromial y el borde inferior del codo derecho. Para determinar la distancia máxima se utiliza el 5° percentil como referencia.



N	5286	1317
Media	328	301
Desviación estándar	19	16
Coeficiente de variabilidad (%)	5.8	5.4
Valor máximo	380	334
Valor mínimo	270	251
5°	296	275
50°	328	301
95°	359	328

Descansabrazos en asientos

Posición óptima de controles y botones

Rango entre pichoneras para estantería, libros o herramientas

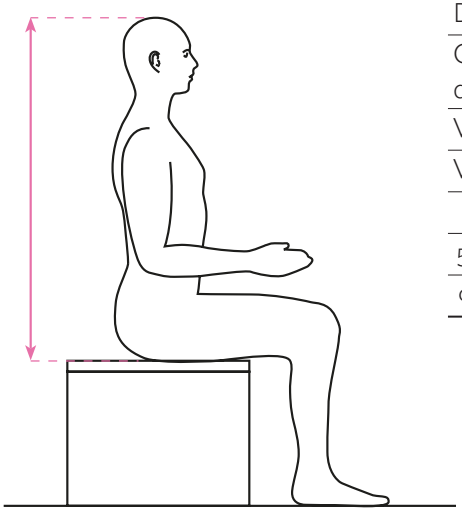
ÍNDICE

DIMENSIONES EN POSICIÓN SENTADO

ÍNDICE

ALTURA SENTADO

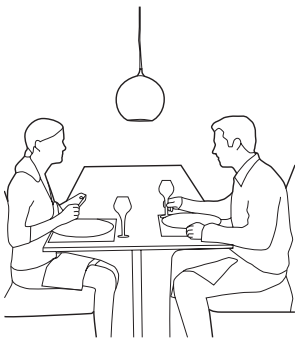
Es la longitud máxima en milímetros, con el sujeto sentado, desde el vértex hasta el asiento. Para determinar la altura mínima se utiliza el 95° percentil como referencia.



N	5891	692
Media	866	598
Desviación estándar	36	20
Coeficiente de variabilidad (%)	4.2	3.3
Valor máximo	1032	717
Valor mínimo	616	572
5°	807	566
50°	867	598
95°	926	630

Altura de asientos en transporte

Altura de asientos reclinables para reposar la cabeza

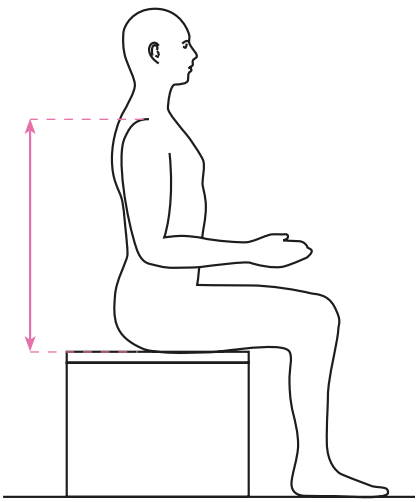


Altura de elementos colgantes como lámparas

ÍNDICE

ALTURA DE HOMBRO SENTADO

Es la longitud máxima en milímetros, con el sujeto sentado, desde el punto acromial hasta el asiento. Para determinar la altura máxima se utiliza el 5° percentil como referencia.



N	5837	1204
Media	584	577
Desviación estándar	34	31
Coeficiente de variabilidad (%)	5.8	5.3
Valor máximo	878	688
Valor mínimo	511	429
5°	528	527
50°	584	577
95°	640	628

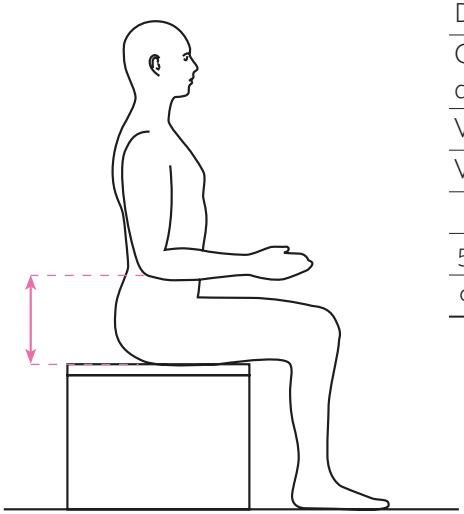
Cinturón de seguridad

Altura máxima de controles

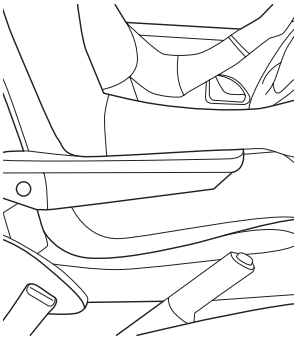
Altura de respaldos

ALTURA DE CODO FLEXIONADO SENTADO

Es la longitud máxima en milímetros, con el sujeto sentado, desde el borde inferior del codo hasta el asiento. Para determinar la altura máxima se utiliza el 5° percentil como referencia.



N	5407	861
Media	228	258
Desviación estándar	31	20
Coeficiente de variabilidad (%)	13.6	7.7
Valor máximo	285	297
Valor mínimo	119	221
5°	177	225
50°	228	258
95°	279	291



Descanzabrazos ajustables como en automóviles

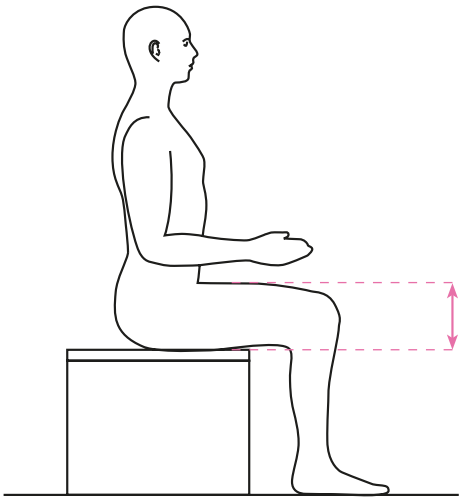
Ubicación óptima de controles integrados en asientos

Altura de area de trabajo sentado

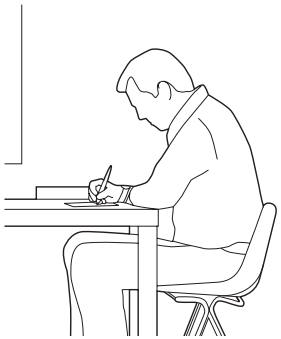
ÍNDICE

ALTURA DE MUSLO SENTADO

Es la longitud máxima en milímetros, con el sujeto sentado, desde el borde superior de la región media del muslo hasta el asiento. Para determinar la altura mínima se utiliza el 5° percentil como referencia.



N	6352	986
Media	152	157
Desviación estándar	18	16
Coeficiente de variabilidad (%)	12	10.2
Valor máximo	198	238
Valor mínimo	100	133
5°	122	131
50°	152	157
95°	183	184



Espacio bajo mesas y escritorios

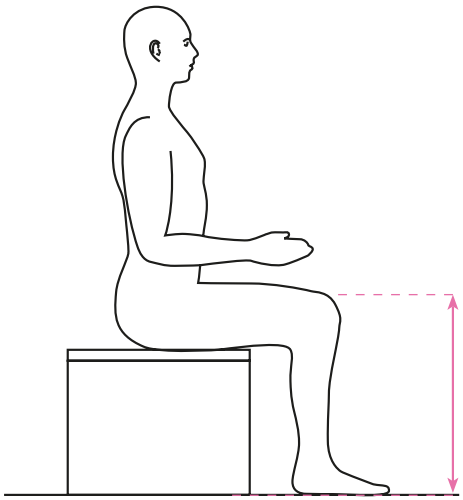
Altura del volante en los automóviles

Mesas para cama

ÍNDICE

ALTURA RODILLA SENTADO

Es la longitud máxima en milímetros, con el sujeto sentado, desde el punto marcado en rodilla hasta el suelo. Para determinar la altura mínima se utiliza el 95° percentil como referencia.



N	6754	1380
Media	519	474
Desviación estándar	26	24
Coeficiente de variabilidad (%)	5	5.1
Valor máximo	383	535
Valor mínimo	607	363
5°	476	434
50°	519	474
95°	562	514

Espacio mínimo de trabajo

Altura del volante en automóviles

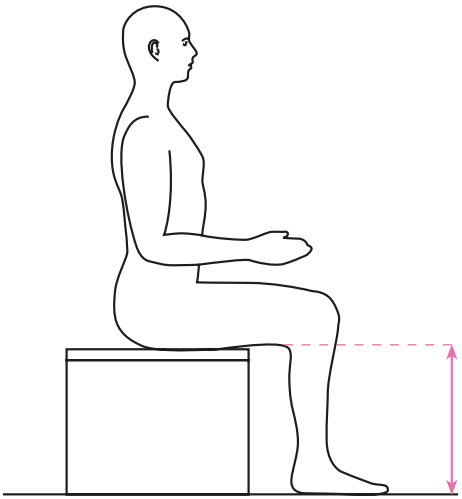
Altura escritorios con teclado

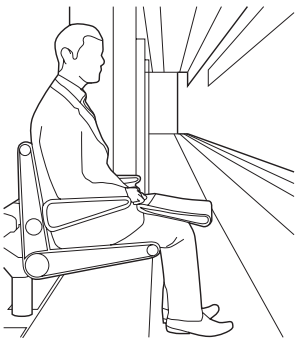
ÍNDICE

ALTURA POPLÍTEA

Longitud máxima en milímetros, con el sujeto sentado, desde el hueco poplíteo (punto posterior de la articulaciónde la rodilla con el sujeto sentado) hasta el suelo. Para determinar la altura máxima se utiliza el 5° percentil como referencia.

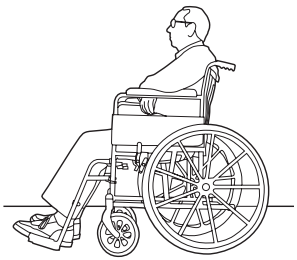
N	6650	1384
Media	412	371
Desviación estándar	20	22
Coeficiente de variabilidad (%)	4.8	5.8
Valor máximo	536	438
Valor mínimo	363	283
5°	376	336
50°	412	371
95°	445	407





Altura de asientos

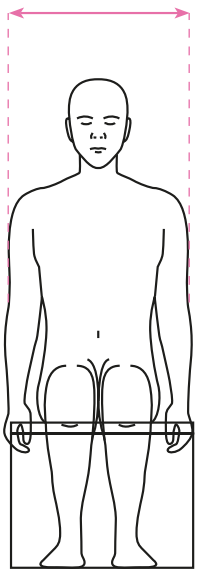
Altura de bancos altos



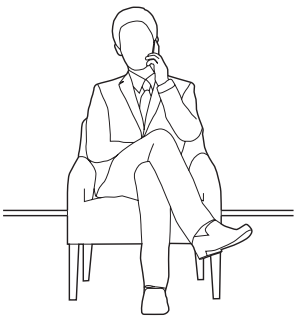
Altura de sillas de ruedas

ANCHO DE CODOS SENTADO

Es la distancia máxima, con el sujeto sentado, entre los puntos más distantes de los codos con los brazos pendientes a los costados. Para determinar el ancho mínimo se utiliza el 95° percentil como referencia.

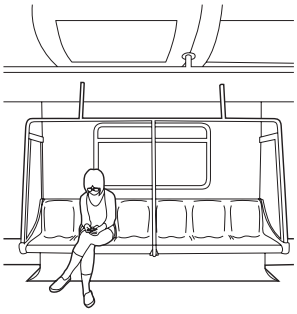


N	2431	1374
Media	565	474
Desviación estándar	49	51
Coeficiente de variabilidad (%)	8.6	10.7
Valor máximo	887	358
Valor mínimo	428	630
5°	484	390
50°	565	474
95°	645	558



Ancho mínimo de sillas y asientos

Distancia en bancas con descansabrazos

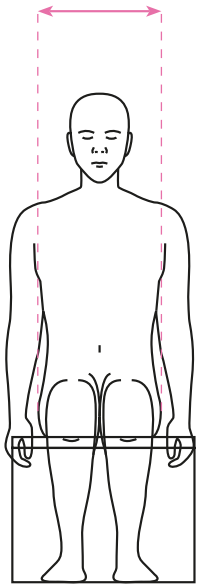


Distribución en transporte para varias personas

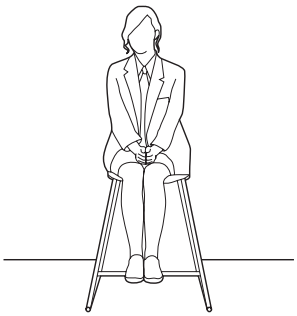
ÍNDICE

ANCHO DE CADERA SENTADO

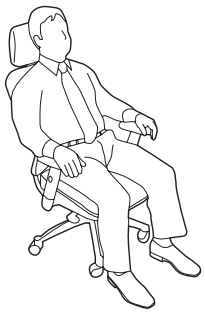
Es la distancia máxima, con el sujeto sentado, entre los trocánteres (punto más alto del trocánter del fémur) derecho e izquierdo. Para determinar el ancho mínimo se utiliza el 95° percentil como referencia.



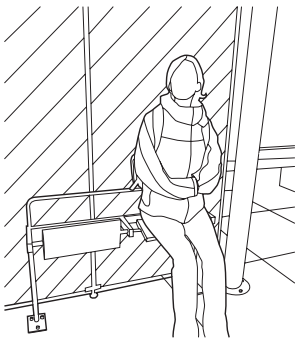
N	6773	1392
Media	375	377
Desviación estándar	39	37
Coeficiente de variabilidad (%)	10.4	9.7
Valor máximo	663	555
Valor mínimo	293	251
5°	311	317
50°	375	377
95°	440	437



Bancos y asientos sin descansabrazos



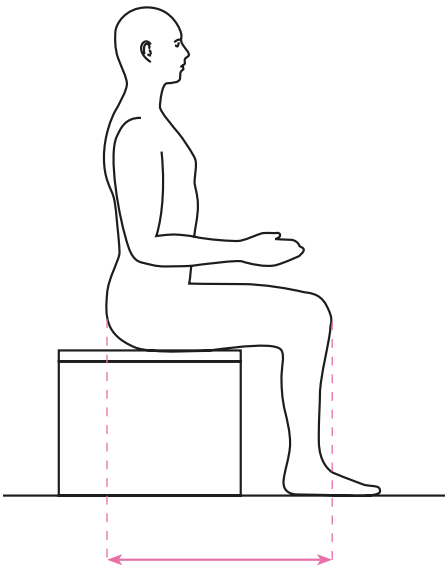
Distancia entre descansabrazos



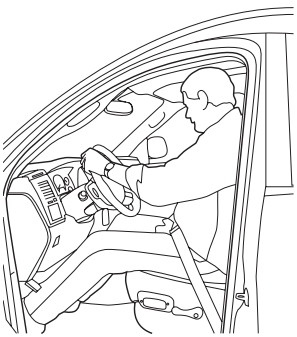
Estaciones de autobús

LARGO NALGA – RODILLA

Es la longitud máxima, con el sujeto sentado, desde la región más prominente del glúteo y el borde frontal de la rótula. Para determinar la distancia mínima se utiliza el 95° percentil como referencia.

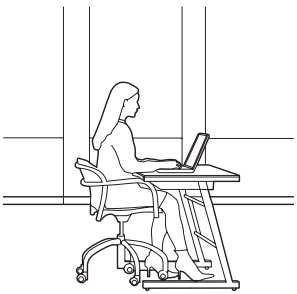


N	6782	1388
Media	576	576
Desviación estándar	35	30
Coeficiente de variabilidad (%)	6	5.6
Valor máximo	857	675
Valor mínimo	427	407
5°	519	498
50°	576	548
95°	634	598



Espacio de trabajo

Espacio interior de vehículos

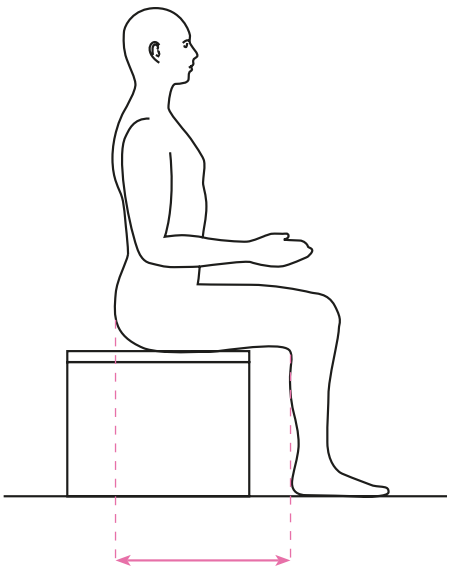


Espacio entre asientos y mesas

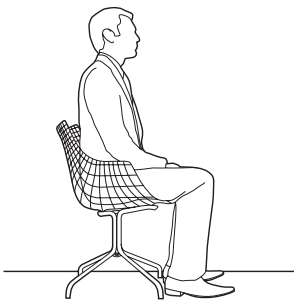
ÍNDICE

LARGO NALGA – POPLÍTEO

Es la longitud máxima en milímetros, con el sujeto sentado, desde la región más prominente del glúteo y el hueco poplíteo del mismo lado. Para determinar la distancia máxima se utiliza el 5° percentil como referencia.

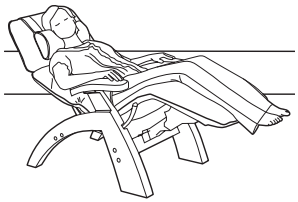


N	6789	1390
Media	473	457
Desviación estándar	32	28
Coeficiente de variabilidad (%)	6.7	6.1
Valor máximo	790	574
Valor mínimo	357	371
5°	421	411
50°	473	457
95°	525	503



Longitud de asientos y bancas

Gradas o butacas en estadios



Asientos reclinables y sillas de descanso

DIMENSIONES DE CABEZA

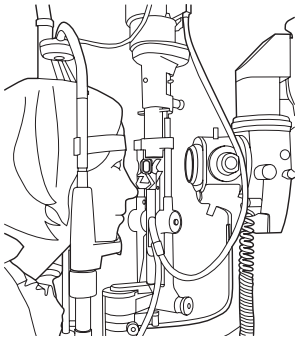
ÍNDICE

ALTURA DE CABEZA

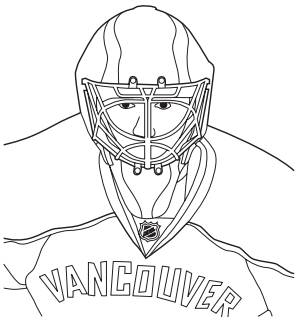
Es la distancia en milímetros del vértex al punto más bajo del borde inferior y medial de la mandíbula. Para determinar la altura mínima se utiliza el 95° percentil como referencia.

N	973	1301
Media	235	200
Desviación estándar	13	8
Coeficiente de variabilidad (%)	5.5	3.9
Valor máximo	277	231
Valor mínimo	186	181
5°	214	187
50°	235	200
95°	255	213

Máscaras de seguridad para soldadura



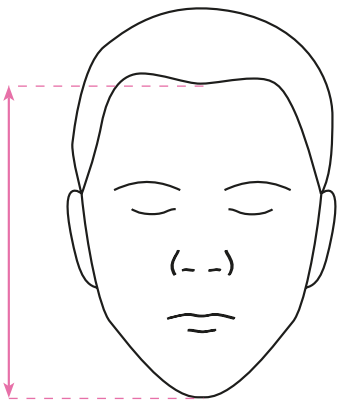
Equipo oftalmológico



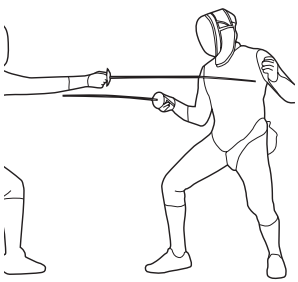
Cascos y equipo deportivo

LARGO DE CARA

Es la distancia en milímetros de la línea imaginaria del nacimiento del cabello al punto más bajo del borde inferior y medial de la mandíbula. Para determinar la distancia mínima se utiliza el 95° percentil como referencia.

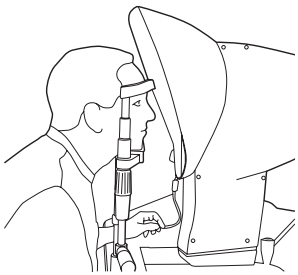


N	4313	1384
Media	190	179
Desviación estándar	10	9
Coeficiente de variabilidad (%)	5.2	4.8
Valor máximo	229	217
Valor mínimo	165	157
5°	174	165
50°	190	179
95°	206	193



Máscara de protección para esgrima

Máscaras de fantasía

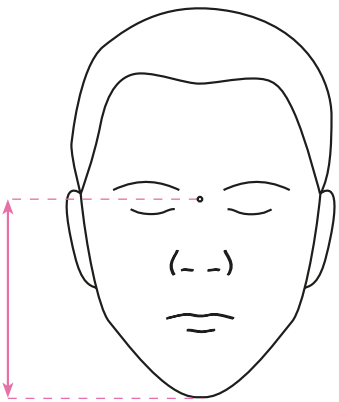


Equipo oftalmológico

ÍNDICE

LONGITUD NARIZ - BARBILLA (NASION - GNATION)

Es la distancia en milímetros del vértice nasal al punto más bajo del borde inferior y medial de la mandíbula. Para determinar la distancia mínima se utiliza el 95° percentil como referencia.



N	4343	1361
Media	124	116
Desviación estándar	8	7
Coeficiente de variabilidad (%)	6.4	6.2
Valor máximo	197	173
Valor mínimo	103	101
5°	111	104
50°	124	116
95°	137	127

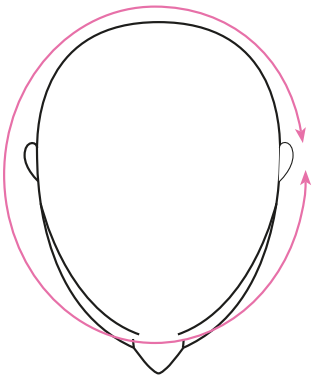
Diseño de tapabocas y mascarillas

Caretas y máscaras para pintura

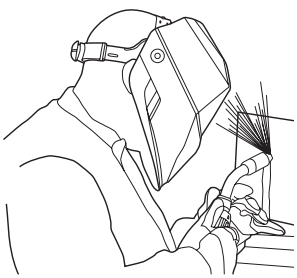
Máscaras de respiración para climas extremos

PERÍMETRO CEFÁLICO

Circunferencia en milímetros del cráneo, por encima de los arcos ciliares. Para determinar el perímetro mínimo se utiliza el 95° percentil como referencia.

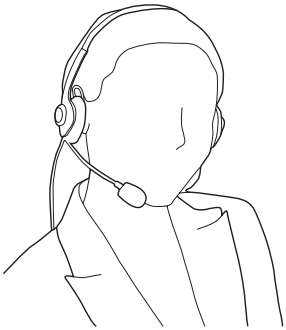


N	4350	1389
Media	564	542
Desviación estándar	17	16
Coeficiente de variabilidad (%)	3	3.9
Valor máximo	672	610
Valor mínimo	453	472
5°	537	515
50°	564	542
95°	591	568



Cascos, máscaras de seguridad

Diseño de gorras y sombreros

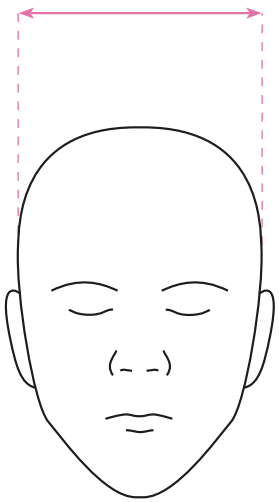


Diademas para comunicación por chat

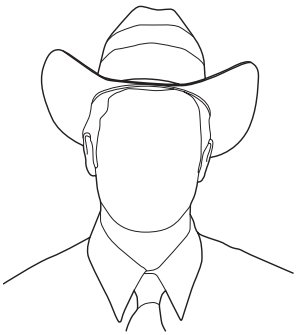
ÍNDICE

ANCHO DE CABEZA

Es la distancia máxima en milímetros, entre los puntos más salientes de la cabeza (eurion) en plano horizontal, por arriba de las orejas. Para determinar el ancho se utiliza el 95° percentil como referencia.

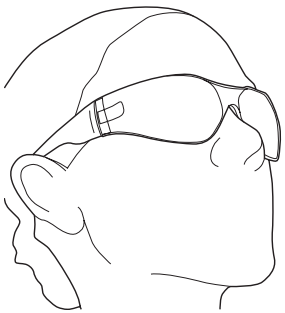


N	5317	1388
Media	156	150
Desviación estándar	6	6
Coeficiente de variabilidad (%)	4	4.2
Valor máximo	209	191
Valor mínimo	127	134
5°	146	140
50°	156	150
95°	166	160



Lentes protectores y visores

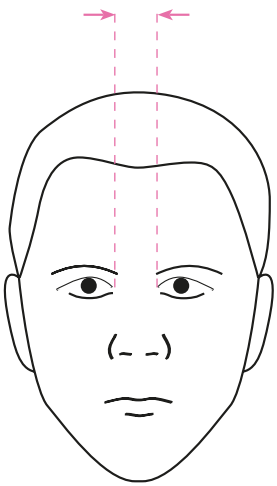
Gogles de protección y para deportes



Visores deportivos (snorkel)

ANCHO DE COMISURAS INTERNAS DE LOS OJOS

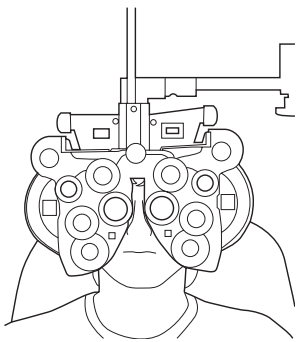
Es la distancia máxima en milímetros entre las comisuras internas de ambos ojos. Para determinar el ancho mínimo se utiliza el 5° percentil como referencia.



N	4338	1381
Media	32	31
Desviación estándar	3	3
Coeficiente de variabilidad (%)	10.5	10.9
Valor máximo	55	45
Valor mínimo	21	21
5°	26	25
50°	32	31
95°	37	36

Diseño de lentes y gafas

Gogles de protección para natación y otros deportes

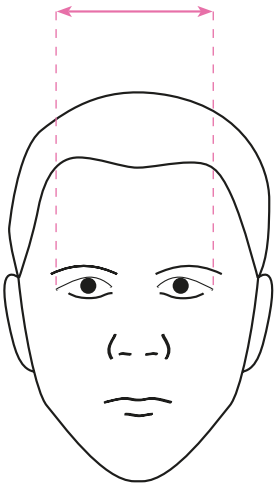


Equipo oftalmológico

ÍNDICE

ANCHO DE COMISURAS EXTERNAS DE LOS OJOS

Es la distancia máxima en milímetros entre las comisuras externas de ambos ojos. Para determinar el ancho mínimo se utiliza el 95° percentil como referencia.



N	6754	1380
Media	519	474
Desviación estándar	26	24
Coeficiente de variabilidad (%)	5	5.1
Valor máximo	383	535
Valor mínimo	607	363
5°	476	434
50°	519	474
95°	562	514

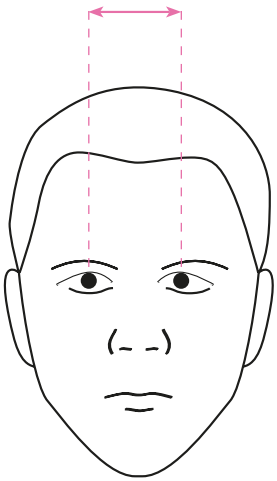
Lentes protectores y visores

Gogles de protección para natación y otros deportes

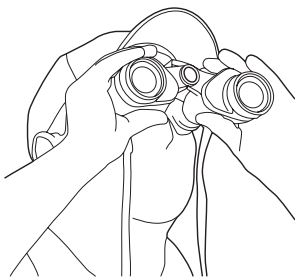
Visores deportivos (snorkel)

ANCHO INTERPUPILAR

Es la distancia en milímetros encontrada entre el centro de ambas pupilas, con la mirada fija al frente. Se recomienda tomar el 50° percentil como referencia.



N	974	1100
Media	53	57
Desviación estándar	7	6
Coeficiente de variabilidad (%)	13.2	10.5
Valor máximo	74	74
Valor mínimo	30	46
5°	43	47
50°	52	57
95°	65	70



Binoculares personales

Microscopios

Binoculares panorámicos en miradores

ÍNDICE

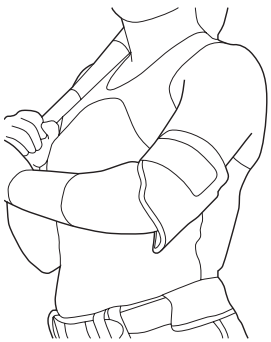
DIMENSIONES DE MANO

ÍNDICE

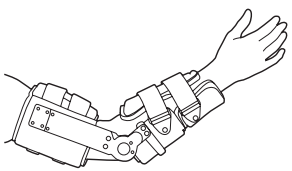
ANCHO EPICÓNDILO DE HÚMERO (CODO)

Es la distancia en milímetros, con el codo en flexión, entre los cóndilos externo e interno. Para determinar el ancho mínimo se utiliza el 95° percentil como referencia.

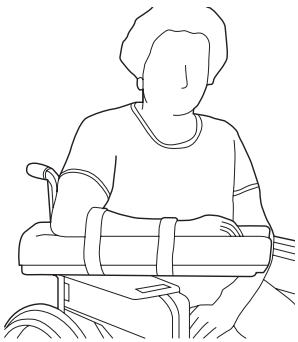
N	6651	1389
Media	76	60
Desviación estándar	14	6
Coeficiente de variabilidad (%)	17.9	9.3
Valor máximo	135	85
Valor mínimo	56	45
5°	54	51
50°	76	60
95°	99	69



Coderas para equipo de seguridad



Órtiesis

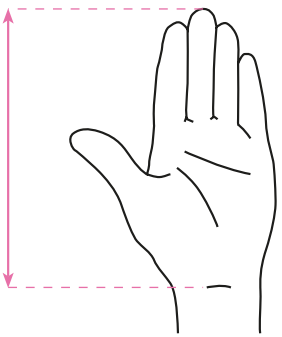


Descansabrazos y soportes especiales

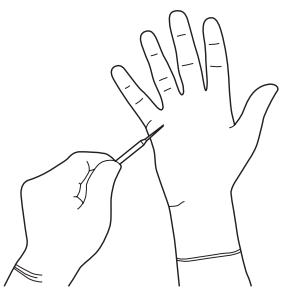
ÍNDICE

LARGO DE MANO

Es la longitud máxima en milímetros, entre el pliegue de la muñeca y la punta del tercer dedo o el dedo más largo. Para determinar la distancia mínima se utiliza el 95° percentil como referencia.

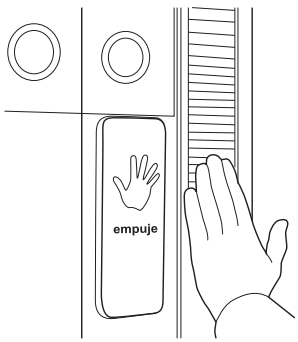


N	5313	1390
Media	194	179
Desviación estándar	10	10
Coeficiente de variabilidad (%)	5	6
Valor máximo	240	220
Valor mínimo	147	148
5°	177	163
50°	194	179
95°	211	195



Guantes

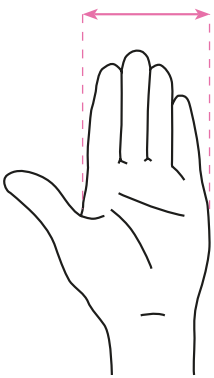
Equipos de seguridad y reconocimiento de huellas digitales



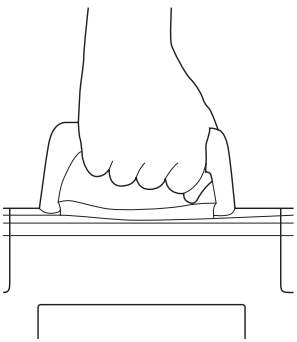
Puertas para empujar

ANCHO DE MANO SIN PULGAR

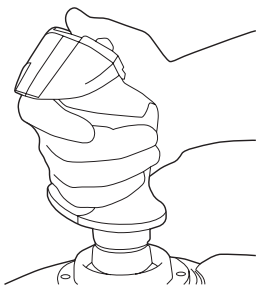
Es la distancia máxima en milímetros entre las articulaciones metacarpo-falángicas del segundo al quinto dedo. Para determinar el ancho mínimo se utiliza el 95° percentil como referencia.



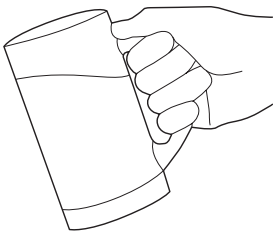
N	966	1383
Media	83	76
Desviación estándar	6	6
Coeficiente de variabilidad (%)	7.3	7.9
Valor máximo	99	89
Valor mínimo	63	59
5°	74	66
50°	83	76
95°	92	86



Agarraderas de maletines



Joysticks



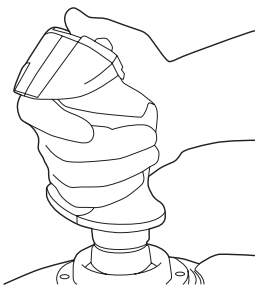
Tarros

ÍNDICE

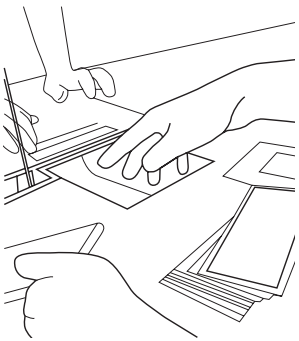
ANCHO DE MANO CON PULGAR

Es la distancia máxima en milímetros entre las articulaciones metacarpo-falángicas del primero al quinto dedo. Para determinar el ancho mínimo se utiliza el 95° percentil como referencia.

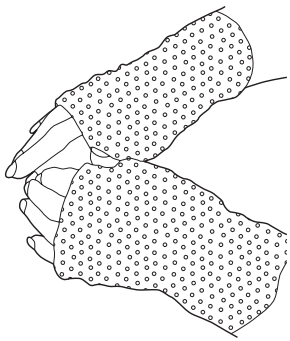
N	969	1100
Media	97	86
Desviación estándar	7	5
Coeficiente de variabilidad (%)	7.2	5.8
Valor máximo	135	70
Valor mínimo	74	97
5°	87	78
50°	98	86
95°	108	94



Joysticks y manijas



Accesos restringidos en cajas de banco

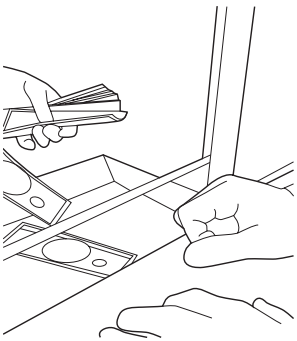


Guantes y calentadores

ALTURA DE MANO

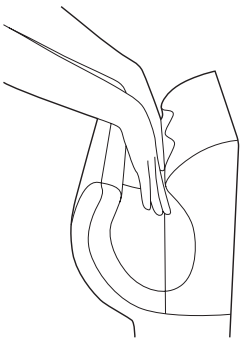
Es la longitud máxima en milímetros entre la palma y el dorso de la mano en la región metacarpiana. Para determinar la altura mínima se utiliza el 95° percentil como referencia.

N	970	1301
Media	43	42
Desviación estándar	7	6
Coeficiente de variabilidad (%)	15.2	14.3
Valor máximo	67	66
Valor mínimo	24	23
5°	35	32
50°	46	42
95°	57	52



Cajas en mostradores

Diseño de guantes

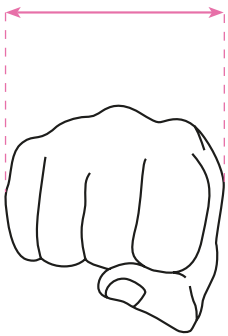


Accesos restringidos como secadores de mano automáticos

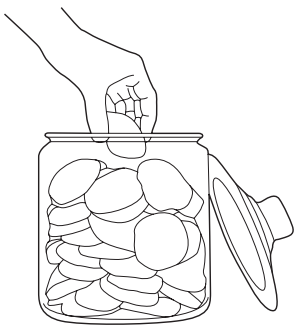
ÍNDICE

DIÁMETRO DE PUÑO

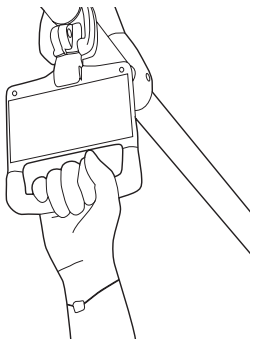
Es la distancia máxima en milímetros, con el puño cerrado, entre la cabeza del primer dedo hasta la cabeza del quinto. Para determinar el diámetro mínimo se utiliza el 95° percentil como referencia.



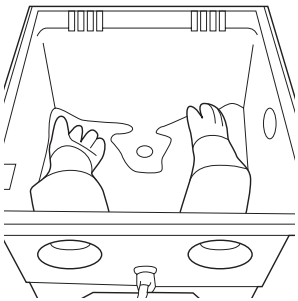
N	5307	1384
Media	100	84
Desviación estándar	7	7
Coeficiente de variabilidad (%)	7.3	8.3
Valor máximo	133	114
Valor mínimo	71	66
5°	88	73
50°	100	84
95°	112	96



Contenedores profundos



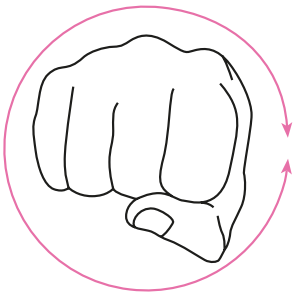
Agarraderas



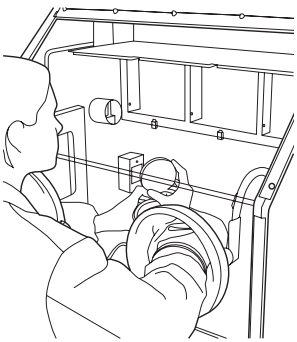
Espacio para máquinas de *sandblast*

PERÍMETRO DE PUÑO

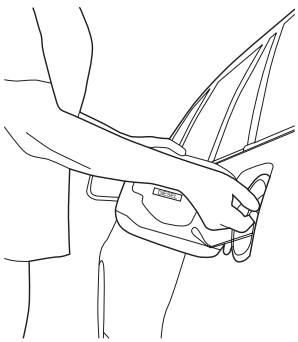
Es la circunferencia máxima, con el puño cerrado, de una línea que cruza a través de la cabeza del primero al quinto dedo. Para determinar el perímetro mínimo se utiliza el 95° percentil como referencia.



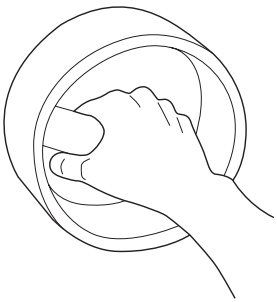
N	4322	1389
Media	285	247
Desviación estándar	16	15
Coeficiente de variabilidad (%)	5.6	6
Valor máximo	341	316
Valor mínimo	232	205
5°	259	222
50°	285	247
95°	311	272



Accesos a máquinas de *sandblast*



Seguros giratorios como el tapón de gasolina



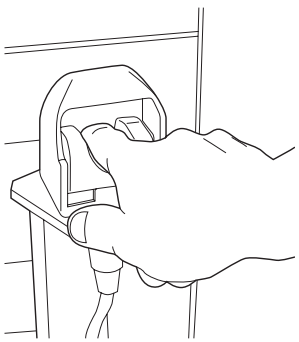
Controles giratorios y aparatos de rehabilitación

ÍNDICE

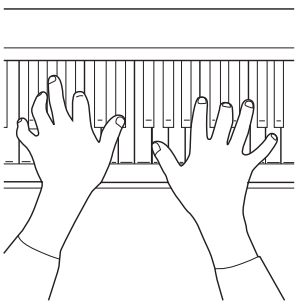
DIÁMETRO DE DEDO ÍNDICE

Es la distancia máxima en milímetros entre los bordes laterales del segundo dedo, al nivel de la articulación de la 1a y 2a falange Para determinar el diámetro mínimo se utiliza el 95° percentil como referencia.

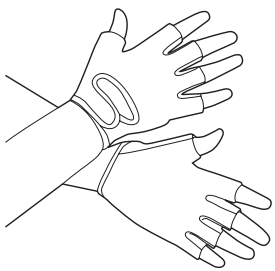
N	974	1325
Media	21	19
Desviación estándar	1	1
Coeficiente de variabilidad (%)	4.8	5.3
Valor máximo	26	24
Valor mínimo	16	14
5°	19	17
50°	21	19
95°	23	21



Botones y controles de seguridad



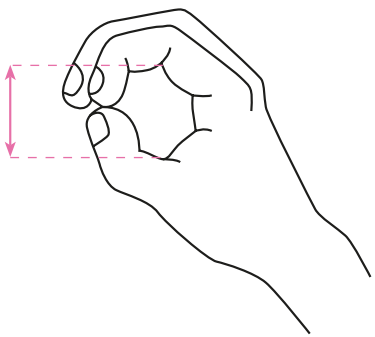
Separación entre botones de teclados



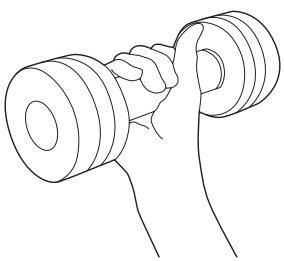
Guantes

DIÁMETRO DE EMPUÑADURA

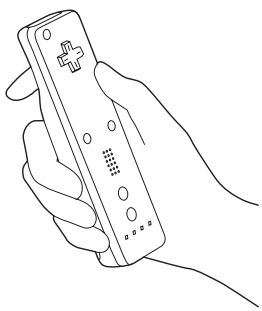
Es la distancia máxima en milímetros del espacio interior que se forma al flexionar el primero y segundo dedos hasta tocar las yemas. Para determinar el diámetro máximo se utiliza el 5° percentil como referencia.



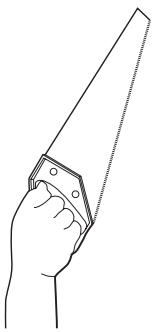
N	971	1100
Media	36	40
Desviación estándar	4	3
Coeficiente de variabilidad (%)	11.1	7.3
Valor máximo	53	48
Valor mínimo	24	31
5°	29	35
50°	36	40
95°	44	45



Mancuernas y mangos



Controles remotos



Herramientas manuales

ÍNDICE

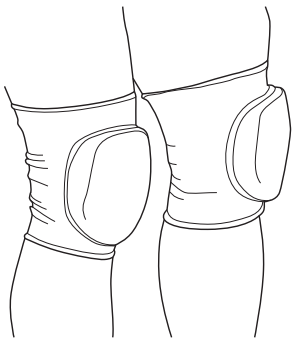
DIMENSIONES DE PIE

ÍNDICE

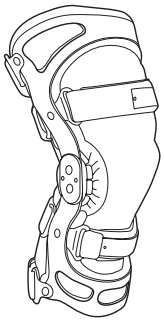
ANCHO EPICÓNDILO DE FÉMUR (RODILLA)

Es la distancia máxima en milímetros, con las rodillas flexionadas en ángulo recto, entre los cóndilos externo e interno del fémur. Para determinar el ancho mínimo se utiliza el 95° percentil como referencia.

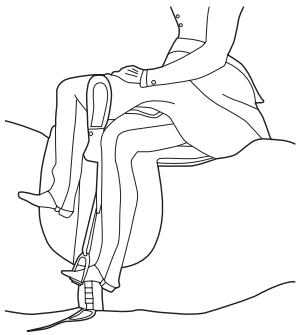
N	6786	1392
Media	104	94
Desviación estándar	12	10
Coeficiente de variabilidad (%)	11.6	10.2
Valor máximo	194	182
Valor mínimo	67	60
5°	85	79
50°	104	94
95°	124	110



Rodilleras para equipo deportivo



Equipo médico de rehabilitación y órtesis



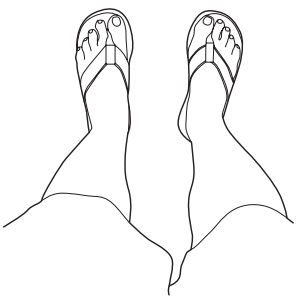
Soporte de rodilla en sillas de montar para mujeres

ÍNDICE

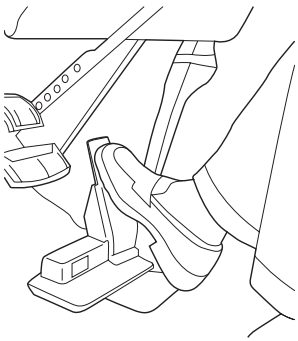
LARGO DE PIE

Es la longitud máxima en milímetros desde el punto posterior más prominente del talón y la punta del dedo más largo del pie. Para determinar la distancia mínima se utiliza el 95° percentil como referencia.

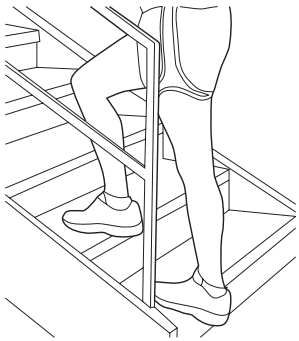
N	5303	1502
Media	253	230
Desviación estándar	12	11
Coeficiente de variabilidad (%)	4.9	4.8
Valor máximo	294	273
Valor mínimo	181	204
5°	233	212
50°	253	230
95°	273	248



Diseño de calzado



Pedales



Huella en escalones

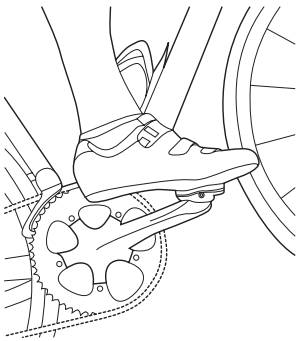
ÍNDICE

ANCHO DE PIE

Es la distancia máxima en milímetros entre los bordes laterales del pie, entre la cabeza del primero y el quinto dedos. Para determinar el ancho mínimo se utiliza el 95° percentil como referencia.

N	5301	1497
Media	96	88
Desviación estándar	6	6
Coeficiente de variabilidad (%)	6.6	7
Valor máximo	127	113
Valor mínimo	76	62
5°	86	78
50°	96	88
95°	106	98

Diseño de calzado



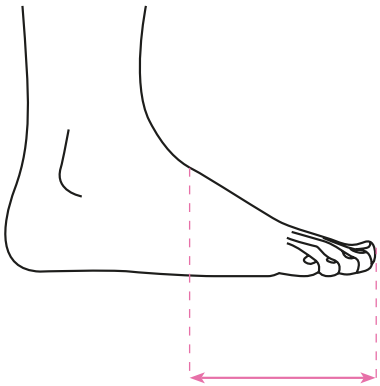
Ancho de pedales en bicicleta

Patines del diablo y patinetas

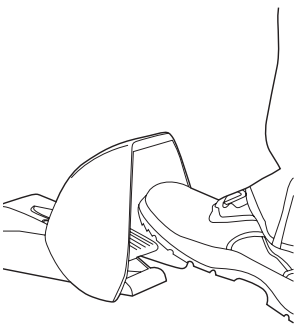
ÍNDICE

LARGO FUNCIONAL DE PIE

Es la longitud máxima en milímetros que hay entre el punto más cercano a la articulación tibiotarsiana del dorso del pie y la punta del dedo más largo. Para determinar la distancia mínima se utiliza el 95° percentil como referencia.



N	966	903
Media	157	144
Desviación estándar	11	10
Coeficiente de variabilidad (%)	7	6.9
Valor máximo	199	173
Valor mínimo	103	94
5°	138	128
50°	157	140
95°	174	160



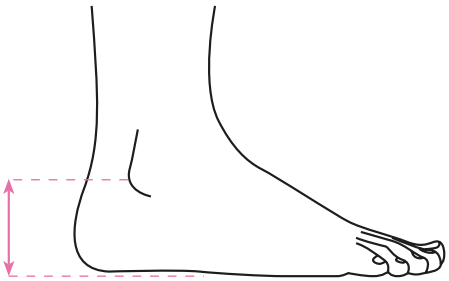
Pedales de seguridad

Huella de escaleras

Mobiliario fijo, espacio para los pies

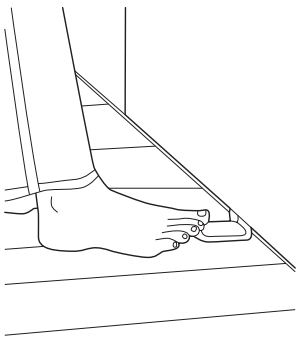
ALTURA FUNCIONAL DE PIE

Es la longitud máxima en milímetros que hay entre la planta del pie y el maléolo lateral. Para determinar la altura mínima se utiliza el 95° percentil como referencia.

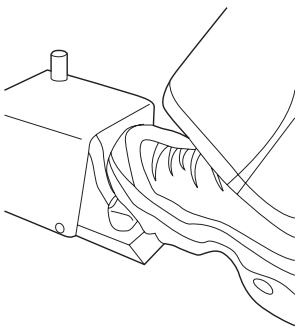


N	961	740
Media	85	60
Desviación estándar	8	2
Coeficiente de variabilidad (%)	9.4	3.4
Valor máximo	113	69
Valor mínimo	60	54
5°	70	57
50°	85	60
95°	99	63

Altura de calzado



Mobiliario fijo, espacio para los pies (altura)



Altura máxima para pedales en estaciones de trabajo de pie

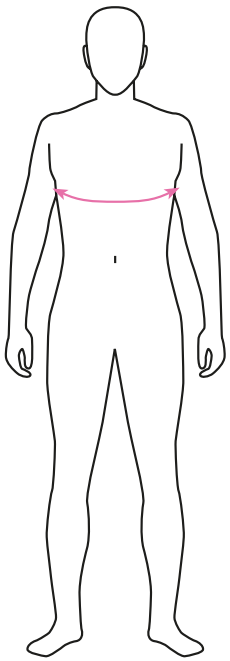
ÍNDICE

PERÍMETROS

ÍNDICE

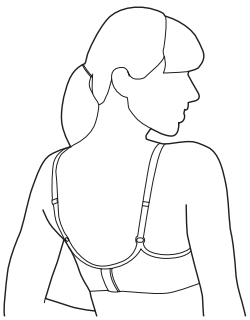
PERÍMETRO DE TÓRAX

Es la circunferencia máxima en milímetros, con el sujeto parado en posición normal , con los brazos ligeramente despegados del tronco, de una línea horizontal que pasa a través del punto mesoesternal y los pezones. Para determinar el perímetro mínimo se utiliza el 95° percentil como referencia.



N	4001	1379
Media	1017	994
Desviación estándar	28	38
Coeficiente de variabilidad (%)	2.7	3.9
Valor máximo	1155	1270
Valor mínimo	802	758
5°	971	931
50°	1017	994
95°	1062	1057

Chaleco de seguridad



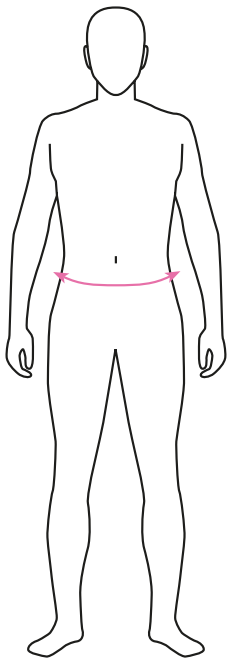
Banda de brassiere

Diámetro de llanta salvavidas

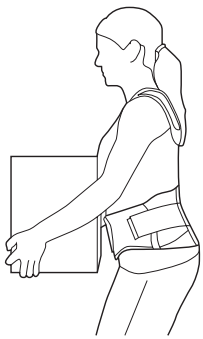
ÍNDICE

PERÍMETRO DE CINTURA

Es la circunferencia mínima en milímetros, con el sujeto parado en posición normal con los brazos ligeramente despegados del tronco, de una línea que pasa a través de la zona más angosta del abdomen. Para determinar el perímetro mínimo se utiliza el 95° percentil como referencia.

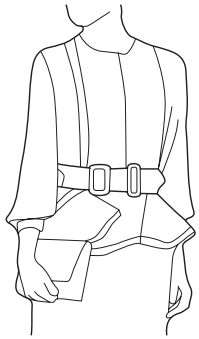


N	6567	1383
Media	941	845
Desviación estándar	115	110
Coeficiente de variabilidad (%)	12.2	13
Valor máximo	1712	1293
Valor mínimo	635	616
5°	752	664
50°	941	846
95°	1130	1027



Faja, equipo de seguridad

Cinturón de seguridad



Cinturón de vestir y faldas

GLOSARIO

Abducción: Movimiento de un segmento corporal alejándose del eje medio (sagital) del cuerpo o de la parte a la que está unido.

Aducción: Movimiento de un segmento o combinación de segmentos del cuerpo hacia el eje medio de éste o de la parte a la que está o están unidos.

Anchuras: Dimensiones antropométricas horizontales de los segmentos medidos lateralmente de izquierda a derecha.

Antropometría dinámica: Dimensiones del cuerpo tomadas con el individuo adoptando alguna postura específica. Información sobre ángulos de movilidad de articulaciones y esfuerzos de segmentos corporales.

Antropometría estática: Es la medición de las características físicas del cuerpo estático en una posición rígida estandarizada.

Antropometría newtoniana: Conjunto de datos antropométricos requeridos para aplicar las leyes de la física en el análisis de actividades humanas.

Antropometría: Es la ciencia que ofrece conocimientos relacionados con la forma del cuerpo del ser humano, sus características raciales y su desarrollo social.

Área de trabajo: Es el lugar en el centro de trabajo donde normalmente un trabajador desarrolla sus actividades.

Cédula antropométrica: Formato diseñado para registrar las dimensiones antropométricas tomadas a un individuo por el equipo de antropometristas.

Controles: Nombre genérico para denominar a todo elemento a través del cual el hombre puede intervenir o transmitir acciones a la máquina.

ÍNDICE

Ergonomía: Es el estudio científico de los factores humanos en relación con el ambiente de trabajo y el diseño de los equipos (máquinas y espacios de trabajo).

Extensión: Enderezamiento o incremento del ángulo que forman ciertas partes del cuerpo, se define por lo general como el retorno de la flexión; cuando la extensión de una articulación excede a lo normal se denomina hipertensión.

Flexión: Curvatura o reducción del ángulo que forman ciertas partes del cuerpo al acercarse entre sí. Las flexiones de brazo y piernas son las más comunes, sin embargo se han identificado otros tipos de flexión: flexión lateral del tronco (en la cual diferentes segmentos del cuerpo tienden a disminuir el ángulo que forman con las caderas rectas), flexión radial (movimiento lateral de la mano que ocupa el pulgar hacia el lado radial del antebrazo) y flexión cubital (movimiento opuesto al anterior).

Hombre: Término genérico utilizado en ergonomía para referirse a cualquier individuo o usuario, sin importar su sexo, edad, raza, ocupación o cualquier otra consideración, el cual entra en contacto con una máquina para realizar una actividad.

Individuo 5° percentil: Individuo que posee alguna o varias características antropométricas cuyas dimensiones son superiores sólo a un 5% de la población a la que pertenece.

Individuo 95° percentil: Individuo que posee alguna o varias características antropométricas cuyas dimensiones son superiores al 95% de la población a la que pertenece.

Individuo promedio: Individuo que posee alguna o varias características antropométricas cuyas dimensiones sólo son superiores a un 50% de la población a la que pertenece.

Inversión: Elevación del pie para que su planta se oriente hacia dentro.

ÍNDICE

Movimientos continuos: Son aquellos que requieren algún tipo de ajustes del control muscular durante el movimiento, como el manejar el volante de un coche o guiar una pieza de madera mientras pasa por el disco de una sierra.

Movimientos de posición: Son aquellos en los que la mano o el pie pasan de una posición específica a otra, como se hace al buscar una palanca de mando.

Parámetro antropométrico: Nombre para denominar las dimensiones del cuerpo humano, por ejemplo: estatura, altura de hombros, altura de codos, ancho de caderas, alcance frontal funcional, etcétera.

Percentil: Dato estadístico que indica el valor de una variable en un punto específico de la curva de distribución.

Plano de Frankfort: Posición de la cabeza en la cual se dibuja una línea horizontal imaginaria entre el centro del orificio de la oreja derecha hasta la parte inferior de la órbita del ojo.

Postura: Acomodo del cuerpo y de los segmentos del cuerpo en el espacio.

Profundidades: Dimensiones antropométricas horizontales de los segmentos medidas de forma anteroposterior.

Pronación: Giro del antebrazo de manera que la palma de la mano se oriente hacia abajo.

Sagital: Plano anatómico que divide verticalmente al cuerpo en dos partes simétricas.

ÍNDICE

BIBLIOGRAFÍA

Ávila, Rosalio, Lilia Prado, Elvia González

2001 *Dimensiones antropométricas de población latinoamericana*, Universidad de Guadalajara, Centro de Investigaciones en Ergonomía.

Archer, Bruce

1963 "Método sistemático para diseñadores", *Design*, vol. 64.

Asimov, Morris

1970 *Introducción al proyecto*, México, Ed. Herrero Hermanos.

Bertalanffy, Ludwig Von

1986 *Perspectivas en la teoría general de sistemas*, Editorial Alianza.

Capece, Sonia

2010 "El diseño centrado en el usuario; principios y nuevos escenarios para el producto inclusivo", I+Diseño: revista internacional de investigación, innovación y desarrollo en diseño.

Carter, Jel, Heath Honeyman

1990 *Somatotyping development and applications*. Cambridge studies in biological anthropology. Cambridge University Press.

Christopher Jones, J.

1970 *Design methods: seeds of human futures*, John Wiley and Sons.

De Rider, JH

2000 *Sexual dimorphism in elite middle-distance runners: 1995 all-Africa games (project hagkip).* Australia, en Olds T & de Ridder JH (eds.), Kinanthropometry 7, National Library of South Australia.

Dreyfuss, H.

1955 *Designing for people*. Simon and Schuster.

Durnin, Jvga, J. Wormersly
1974 "Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness measurements on 481 men and women aged 19 to 72 years" *British Journal of Nutrition*, 32, 77-97.

Eveleth, PB, JM Tanner
1990 *Worldwide variation in human growth,* Cambridge University Press.

Frisancho, AR
1990 *Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status*, The University of Michigan Press, Ann Arbor.

Gruber, JJ, Ml Pollok, Je Graves, Ab Colvin, Rw Braith
1990 "Comparison of Harpenden and Lange calipers in predicting body composition" Research Quarterly for Exercise and Sport, 61, 184-190.

ISO 9241-210:2010
2010 Ergonomía de la interacción humano sistema - Parte 210: Diseño centrado en el ser humano para sistemas interactivos.

ISO 7250
1996 Basic human body measurements technological design.

Kroemer KHE
1997 Engineering Anthropometry, en Salvendy, G. (ed.) *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, John WileyandSons

Leontiev, A.
1989 The problem of activity in the history of Soviet Psychology. *Soviet Psychology*, 27(1), 22-39

Liu, Wc, David Sánchez Monroy, Guillermo Parga
1999 "Anthropometry of female maquiladora workers", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24, 273 – 280.

ÍNDICE

Marfelll-Jones, M (ed.)
2001 International standards for anthropometric assessment, en *The International Society for the Advancement of Kinanthropometry*, National Library of Australia press.

Munari, Bruno
1983 *¿Cómo nacen los objetos?*, Gustavo Gili.

Norman, Donald A.
1988 *The Design Of Everyday Things*, Basic Books.

Norman, Donald A.
2018 *La psicología de los objetos cotidianos*, Editorial Nerea.

Norman, D.A. and Draper, S.
1986 *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*, Lawrence Erlbaum Associates.

Organización Internacional del Trabajo (OIT)
1986 Declaración de la OIT relativa a los Principios y derechos fundamentales en el trabajo y su seguimiento.

Pheasant, Stephen
1986 *Body space: anthropometry, ergonomics and design*, Taylor & Francis.

Quetlet, Adolphe
1870 *Anthropométrie ou mesure des diff érentes facultés de l'homme*, C. Muquardt.

Saffer, Dan
2010 *Designing for Interaction*, New Riders.

Stanton, Neville (Org.)
Human factors in consumer products, UK, London, Taylor & Francis.

ÍNDICE